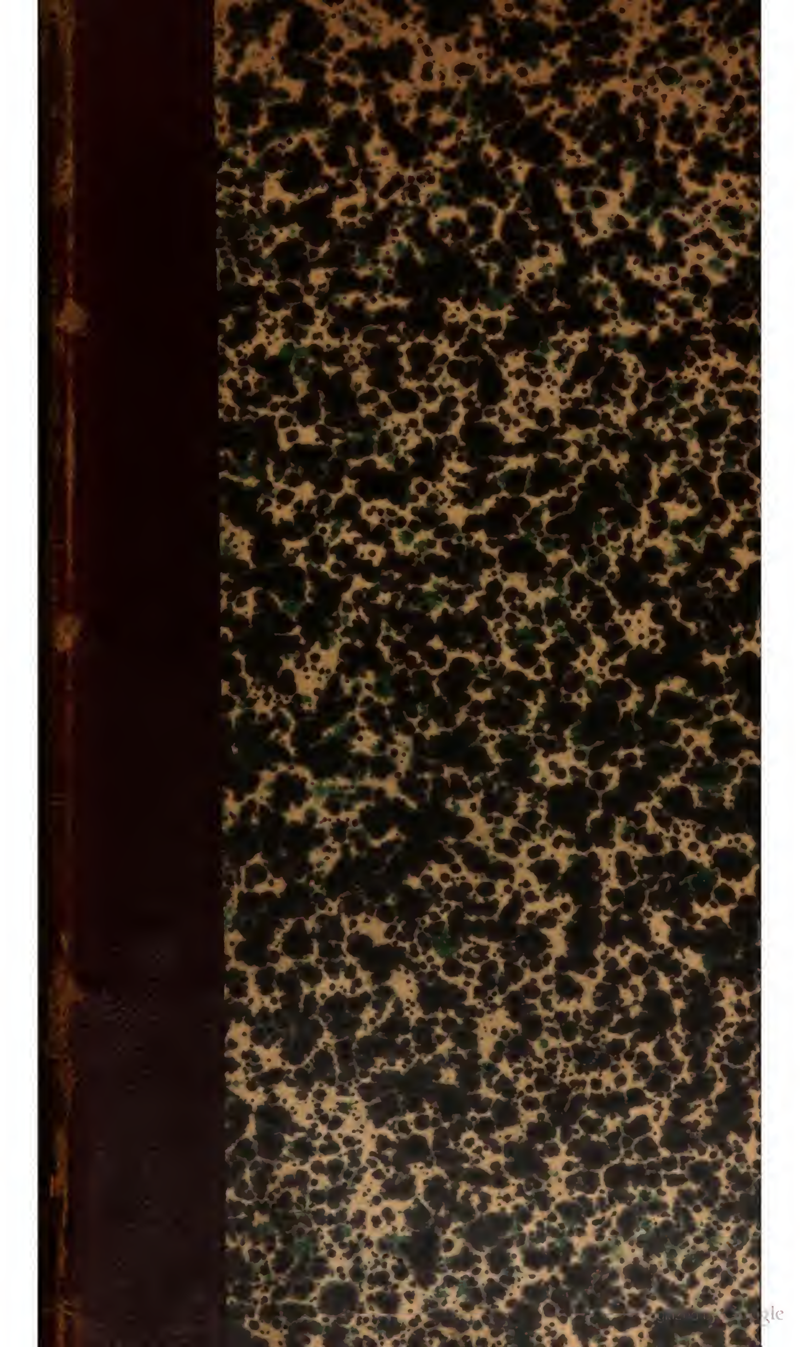
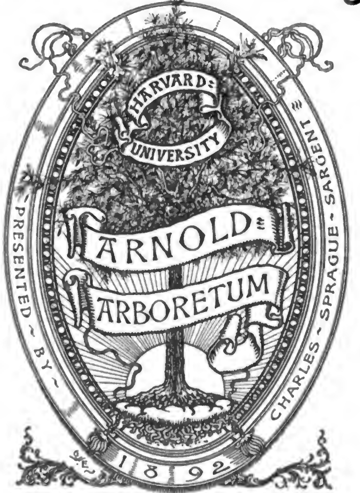



HARVARD UNIVERSITY
ARNOLD ARBORETUM
PRESENTED BY CHARLES SPRAGUE SARGENT
1892



MÉMOIRE

SUR

LES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DU BOIS.

Présenté à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 5 octobre 1846.

IMPRIMERIE DE BACHELIER,
rue du Jardinet, 12.

MÉMOIRE

SUR

LES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DU BOIS;

PAR

MM. E. CHEVANDIER et G. WERTHEIM.

PARIS,

BACHELIER, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE, DU BUREAU DES LONGITUDES, ETC.,

Quai des Augustins, 55.

1848.

TABLE DES MATIÈRES.

ERRATA.

PAGES :	LIGNES :	AU LIEU DE :	LISEZ :
49	25	N° X	N° XI
63	2	0,01026	0,01034
"	2	0,00798	0,00797
"	7	0,00427	0,00420
91	1	1048	1,048
"	32	0,114	1,114
"	36	670	679,0
"	46	1,287	1,180
"	46	1,081	1,086
92	21	1065,2	1365,2
94	34	0,643	0,693
"	56	0,749	0,744
95	9	1404,0	1654,0
"	31	492,1	292,1
"	45	849,1	841,6
96	20	16,28	16,46
"	35	0,372	0,377
"	38	0,413	0.444
"	39	0,432	0,437
"	39	14,64	14,70
"	58	9,97	9,07

MÉMOIRE

SUR

LES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DU BOIS.

Le but de ce travail a été d'étudier les propriétés mécaniques de quelques bois indigènes sous le point de vue théorique et pratique. Nous en avons recherché successivement les lois générales, la marche dans les individus et les variations dues à des différences d'espèce, d'âge, d'exposition et de provenance.

Ce Mémoire se divise en cinq parties : l'*historique de la question*, la *description des appareils* et le *détail des expériences*, le *calcul des expériences* et la *discussion des méthodes employées*, celle des *résultats trouvés*, et enfin les *conclusions*.

PREMIÈRE PARTIE.

Historique.

Les premiers auteurs qui ont étudié les propriétés mécaniques des corps ne se sont occupés que de la cohésion et de la densité, ainsi que du rapport entre ces deux propriétés. La recherche exacte de l'élasticité n'est venue que plus tard, et seulement depuis que la définition de son

coefficient a été introduite dans la science par Young et Tredgold.

Relativement aux bois, les auteurs sont tellement en désaccord sur les points les plus essentiels, que, pour en donner une idée exacte, nous ne pouvons mieux faire que de citer textuellement leurs principales opinions, et de réunir dans un seul tableau les résultats numériques auxquels ils sont arrivés pour la densité, la cohésion et le coefficient d'élasticité des différents bois (*voir* tableau n° I) (1).

Parent (*Expériences sur la résistance des bois de chêne et de sapin*, Mémoires de l'Académie des Sciences, 1707 et 1708, page 516) trouve que « la force moyenne du sapin est » à celle du chêne environ comme 358 est à 300, ou comme » 119 à 100. »

Il est bon de remarquer que la plupart des expériences de Parent ont été faites sur des chênes tendres.

Musschenbroeck (*Introductio ad philosophiam naturalem*, Lugduni Batavorum, 1762, tome I) :

Page 409. « La partie des arbres qui regarde vers le nord » est composée, pour la plupart d'entre eux, mais non pour » tous, d'anneaux plus minces, le froid du nord empêchant » l'accroissement et le développement de la végétation; la » partie exposée au sud se compose, au contraire, d'an» neaux plus larges et plus épais : mais j'ai vu quelquefois » le contraire....

» Dans toutes mes expériences, j'ai obtenu les résultats » suivants : la cohésion du cœur de l'arbre est la plus » faible.... A partir du cœur, la cohésion est moindre dans » toute la partie exposée au nord que dans celle exposée au » sud; la cohésion de la partie exposée à l'ouest est inter» médiaire entre ces deux premières, et la plus grande se » trouve dans la partie exposée à l'est. En outre, si l'on

(1) Nous ne citerons ici que les auteurs qui se sont spécialement occupés des propriétés mécaniques des bois.

» suit le bois à partir du cœur jusqu'à la circonférence,
» dans ces quatre directions, le bois le plus solide se trouve
» dans un endroit intermédiaire entre l'écorce et la moelle,
» et la partie la plus rapprochée de l'aubier dépasse de beau-
» coup en solidité les parties les plus proches du cœur.

» Il n'y a presque aucune différence de cohésion entre
» les parties les plus élevées du tronc placées à l'origine
» des branches, et entre les parties voisines du sol; la co-
» hésion ne diffère pas non plus dans le tronc et dans les
» branches. Je sais que plusieurs physiciens ont adopté une
» opinion contraire; ils prétendent que le cœur de l'arbre
» contient le bois le plus dur et le plus ferme; qu'à distance
» égale du cœur, et tout autour de lui, le bois est plus
» faible, mais de même cohésion, et que l'aubier est la
» partie la plus faible; mais je cite simplement ce que
» m'ont appris les expériences sur nos arbres....

» Il y a aussi une différence suivant la nature du sol :
» les arbres venus dans un terrain sablonneux sont plus
» fragiles, tandis que ceux venus dans un terrain argileux
» sont plus tenaces. Le bois fraîchement coupé et encore
» humide est plus fort que le même bois desséché. »

En général, le travail de Musschenbroeck, quoique un des plus complets, surtout en ce qui concerne les variations de cohésion dans un même arbre, ne repose pas sur des expériences assez nombreuses et assez concluantes pour justifier entièrement les conclusions que nous venons de citer ; aussi ajoute-t-il lui-même plus loin : « Peut-être n'ai-je pas
» eu égard à toutes les circonstances qui influent sur la
» cohésion des bois. »

Buffon (*OEuvres de Buffon*, tome X) :

Page 10. « Le jeune bois est moins fort que le bois plus
» âgé: un barreau tiré du pied d'un arbre résiste plus qu'un
» barreau qui vient du sommet d'un même arbre; un bar-
» reau pris à la circonférence, près de l'aubier, est moins
» fort qu'un pareil morceau pris au centre de l'arbre.

» D'ailleurs le degré de desséchement du bois fait beaucoup
» à sa résistance; le bois vert casse bien plus difficilement
» que le bois sec. »

Page 18. « Le bois qui, dans le même terrain, croît le
» plus vite est le plus fort; celui qui a crû lentement, et
» dont les cercles annuels, c'est-à-dire les couches li-
» gneuses, sont minces, est plus faible que l'autre.

» J'ai trouvé que la force du bois est proportionnelle à
» sa pesanteur; de sorte qu'une pièce de même longueur et
» grosseur, mais plus pesante qu'une autre pièce, sera aussi
» plus forte à peu près en même raison. »

Page 27. « Le bois, depuis le centre jusqu'à la dernière
» circonférence de l'aubier, diminue de densité en pro-
» gression arithmétique....

» Le bois du pied d'un arbre pèse plus que celui du tronc
» au milieu de sa hauteur, et celui de ce milieu pèse plus
» que le bois du sommet; et cela à peu près en progression
» arithmétique, tant que l'arbre prend de l'accroissement.
» Mais il vient un temps où le bois du centre et celui de la
» circonférence du cœur pèsent à peu près également, et
» c'est le temps auquel le bois est dans sa perfection (ces
» expériences ont été faites sur des arbres de 46 à 60 ans);
» mais, dans des arbres de 100 à 110 ans, le cœur n'était
» plus la partie la plus solide de l'arbre; l'aubier est plus
» pesant et plus solide dans les vieux arbres que dans les
» jeunes. »

Il est bon de remarquer que le travail de Buffon, bien que fait sur une très-grande échelle, n'a porté que sur le bois de chêne; ce qui ne permettrait pas, ses conclusions fussent-elles toutes démontrées, de les appliquer à d'autres espèces.

Duhamel du Monceau (*Traité de la conservation et de la force des bois*, 1780) :

Page 50. « On doit employer des bois secs.... »

Page 56. « Mais il faut une petite quantité d'humidité

» pour que les bois soient durs; d'où je conclus que les bois
» trop secs ne peuvent pas être d'un bon service. »

Page 65. « Le bois qu'on prend dans le pied d'un arbre
» est plus pesant que celui de la cime. »

Page 71. « Le bois vert diminue de un tiers de sa pesan-
» teur totale pour être réputé sec au point de produire le
» même effet qu'un hygromètre. »

Page 264. « Il paraît que l'extraction de la séve des bois
» ne doit point leur faire perdre de leur force, puisque la
» séve du bois ne peut augmenter la force qui dépend du
» nombre et de la solidité de ses fibres; la séve rend les
» fibres ligneuses plus tendres et plus aisées à rompre. »

Page 378. « C'est encore un fait avéré que leurs couches
» (les couches ligneuses des mâts qui ont crû dans un pays
» très-froid et qui sont de qualité supérieure) sont plus
» minces et plus rapprochées les unes des autres. »

Page 411. « Quand les arbres sont vigoureux et qu'ils
» végètent encore avec force, c'est le bois du cœur qui
» est le plus dense, et dans les gros arbres qui commen-
» cent à entrer en retour, le bois du cœur est souvent
» plus léger que la couronne qui est entre le cœur et la
» circonférence; de sorte que le bois acquiert peu à peu sa
» densité, et qu'il la perd peu à peu quand il a passé le
» terme de cette plus grande densité. »

Page 438. « Les terrains qui sont les plus propres pour
» former de beaux arbres ne sont pas ceux qui les donnent
» de la meilleure qualité. »

Page 458. « Dans ces gros pins (pins du Nord de 260 ans
» environ), le bois qui a le plus de force est celui qui, en
» divisant le diamètre de l'arbre du centre vers la circon-
» férence, jusqu'à l'aubier inclusivement, en six parties
» égales, se trouve dans la cinquième partie; mais on
» conçoit que cela est sujet à varier suivant bien des cir-
» constances. »

Les trois auteurs dont nous venons de citer des extraits sont presque les seuls qui se soient occupés des différences de densité et de cohésion, existant dans un même arbre, et de l'influence du terrain. La divergence de leurs opinions a laissé ces grandes questions indécises. Elle est peut-être due en partie au peu de constance et de précision dont les expériences de rupture sont susceptibles.

Nous passons sous silence les recherches que Duhamel a faites sur l'influence des fentes, et sur celle que le rapport entre la compression et l'allongement des fibres exerce sur la résistance totale des pièces soumises à la flexion.

Les auteurs postérieurs se sont surtout occupés de l'étude de l'élasticité des bois.

Girard (*Traité de la résistance des solides*, 1798, p. 183), d'accord en ce point avec Perronet (*OEuvres de Perronet*, 1782, tome I, Mémoire sur les pieux et pilotis, page 93), conclut de l'ensemble de ses expériences, que l'élasticité du chêne est à celle du sapin comme 63 est à 47 : il dit, du reste (page 159), que la continuité d'action de la même charge augmente la flèche de courbure; ce qui ne peut, suivant lui, avoir lieu, à moins que l'élasticité ne s'altère et ne perde à chaque instant une certaine portion de son énergie.

Bélidor (*Architecture hydraulique*, 1782), Rondelet (*Art de bâtir*, 1814), Barlow (*Essay on the strength of timber*, 1817), Ebbels et Tredgold, dans plusieurs ouvrages de ce dernier, et surtout dans l'*Art du charpentier*, ont déterminé la densité, la cohésion et le coefficient d'élasticité pour un grand nombre de bois d'espèces et de provenances différentes.

M. Charles Dupin (*Expériences sur la flexibilité, la force et l'élasticité des bois*, Journal de l'École Polytechnique, tome X, 1815) a publié un grand travail sur les propriétés mécaniques des bois. M. Dupin recherche la nature de la courbe élastique, la position de la fibre invariable; il vérifie les formules qui expriment les rapports

entre les dimensions des pièces, les poids appliqués et les flèches produites.

Page 142. Il prouve que « les courbures des bois, pro- » duites par des poids très-petits, sont proportionnelles » à ces poids; » et, page 150, il conclut d'un tableau comprenant le chêne, le cyprès, le hêtre et le sapin, « que » les pesanteurs spécifiques croissent en même temps que » les résistances à la flexion, mais croissent beaucoup » moins. »

Page 194. M. Dupin fait remarquer que « les forces » qu'il faut employer pour amener les bois au point de » rupture n'ont aucune relation nécessaire avec les forces » qui produisent la flexion des bois.

» Ainsi quelques espèces végétales opposent très-peu de » résistance à la flexion et beaucoup à la rupture : tels » sont le hêtre, le noyer, l'orme, le sapin, etc. Quelques » espèces, au contraire, opposent beaucoup de résistance » à la flexion et beaucoup moins à la rupture proportion- » nellement : tels sont le cyprès, l'acajou, etc. D'autres » enfin présentent à la fois beaucoup de résistance à la » flexion et à la rupture : tels sont le pin de Corse et le » chêne. »

Ce classement conduit M. Dupin à indiquer le meilleur emploi de ces différentes espèces de bois dans la pratique.

Bevan (*Philosophical Transactions*, 1829) s'est surtout occupé de la détermination du module d'élasticité au moyen de la torsion.

Savart (*Mémoires de l'Académie des Sciences*, 1830) s'est servi des lignes nodales produites par les vibrations sonores de plaques coupées, suivant différentes directions, dans un même morceau de bois de hêtre, pour déterminer les différences d'élasticité et la position des axes d'élasticité dans le bois.

Il fait remarquer, page 404, « que, dans les bois où les » couches annuelles sont à peu près cylindriques et con-

» centriques, l'élasticité est sensiblement uniforme, sui-
» vant toutes les diamétrales d'une section quelconque
» perpendiculaire à l'axe de la branche. »

Page 417. « Chaque verge peut faire entendre deux » sons pour un même mode de division, selon que l'ébran- » lement a lieu suivant sa largeur ou son épaisseur; mais » lorsqu'elles sont très-minces, la différence qui existe » entre eux est assez légère pour qu'on puisse la négliger. »

Savart admet trois axes : le premier, parallèle aux fibres; le deuxième dans le sens du rayon, et le troisième tangentiel aux couches ligneuses; et il trouve, par des expériences faites sur de petits barreaux pris dans le sens de ces trois axes, que, si l'on prend pour unité la résistance à la flexion, dans le sens de la tangente, elle est de 2,25 suivant le rayon, et de 16 suivant l'axe.

Suivant M. Wheatstone (*Philosophical Transactions*, 1833, page 608), « si l'on prépare une plaque de bois de » manière à ce que ses fibres soient parallèles à l'un des » côtés, les axes de plus grande et de plus petite élasticité » seront rectangulairement disposés et parallèles aux côtés » adjacents....

» Si la plaque de bois est un rectangle dont les côtés » soient en raison inverse des carrés de leurs résistances à la » flexion, les deux modes de vibrations parallèles aux côtés, » quoique leurs longueurs soient différentes, seront iso- » chrones, et leur coexistence donnera lieu à une figure » résultante ayant des lignes parallèles à la diagonale. »

On pourrait donc, en recherchant par tâtonnement les longueurs relatives à donner à ces côtés, trouver le rapport des coefficients d'élasticité dans deux directions perpendiculaires.

M. Poncelet (*Mécanique industrielle*, 1839, page 316) entre dans des détails très-complets sur l'élasticité des bois, et surtout sur les expériences par allongement. Il fait voir, d'après les expériences de MM. Minard et Désormes, et

celles de M. Ardant, que, pour les premières charges, les allongements sont sensiblement proportionnels aux efforts de tension, et il calcule, d'après ces allongements, des coefficients d'élasticité qui sont compris dans notre tableau n° I.

La limite d'élasticité pour le chêne, d'après les expériences de MM. Minard et Désormes, correspond à une charge de $2^{kil},13$ par millimètre carré, et à un allongement de 0,0016 de la longueur primitive.

Cette limite pour le sapin des Vosges, d'après les expériences de M. Ardant, correspond à une charge de $1^{kil},85$ par millimètre carré, et à un allongement de 0,00117.

Ces divers résultats concernent l'élasticité dans le sens de la longueur des fibres, et, en les rapportant, M. Poncelet exprime le vœu que des recherches analogues soient faites relativement à la résistance élastique dans le sens perpendiculaire et dans le sens tangentiel aux couches ligneuses.

D'après M. Eaton Hodgkinson (Combes, *Exploitation des Mines*, tome I, page 550), un raccourcissement de 0,0027 de la longueur primitive des fibres, dans un prisme infléchi, altère très-notablement l'élasticité.

M. Hagen (*Annales de Poggendorff,* t. LVIII, p. 125) a étudié l'élasticité de plusieurs espèces de bois par la flexion de tringles prises dans le sens des fibres et perpendiculairement à celles-ci. M. Hagen n'a trouvé aucune différence bien grande entre le bois de cœur et l'aubier; il a, du reste, reconnu que le coefficient d'élasticité diminue considérablement lorsque le bois est fortement mouillé.

MM. Paccinotti et Peri (*Il Cimento,* 3e année, 1845) ont publié, postérieurement à l'époque où nous avions commencé ce travail, des recherches précises et détaillées sur l'élasticité des bois, dans lesquelles ils ont eu spécialement pour but de comparer entre elles les différentes méthodes que l'on emploie pour la détermination du coefficient d'élasticité, et de vérifier si l'on retrouve pour les bois les

changements de forme successifs sous des charges croissantes, et les rapports entre la densité et le coefficient d'élasticité que l'un de nous avait déjà déterminés pour les métaux.

Ces physiciens ont opéré par les trois méthodes de la flexion, de l'allongement et de la torsion, sur des tringles de bois carrées de 27 à 36 millimètres de côté.

Leurs expériences pour la flexion ont été faites par cinq procédés différents :

1°. En supportant les extrémités des tringles par des coussinets de pierre;

2°. En plaçant ces extrémités sur des poulies de bronze mobiles autour d'un axe horizontal;

3°. En les plaçant sur des cylindres fixes en laiton;

4°. En ajoutant aux extrémités des tringles des plaques métalliques mobiles autour d'un axe, porté lui-même par un étrier suspendu à des chaînes;

5°. En encastrant solidement l'une des extrémités.

Ces auteurs ont mesuré, sous des charges croissantes, les allongements tant élastiques que permanents, les angles de torsion successifs, et, dans les expériences de flexion, les ordonnées correspondantes aux différents points de la tringle prise pour axe des abscisses.

Dans la seconde partie de leur travail, MM. Paccinotti et Peri comparent les chiffres résultant de leurs expériences avec ceux qui se déduisent des formules connues, et cherchent à établir une relation entre la densité et le coefficient d'élasticité des bois qu'ils ont examinés.

Ils arrivent ainsi aux conclusions suivantes :

« 1°. L'élasticité produit, dans les différentes parties des
» bois, des changements proportionnels aux forces em-
» ployées, non-seulement pour les premières charges, mais
» aussi pour celles qui sont très-voisines de la rupture,
» pourvu qu'on ait soin de ne pas comprendre, dans la
» mesure de l'élasticité, l'altération permanente due, soit

» à la mollesse de la substance, soit à la permanence de
» la charge.

» 2°. Les courbes que prennent les bois encastrés par
» une extrémité, toutes choses égales d'ailleurs, ne sont
» pas les mêmes que celles que prendraient les mêmes bois
» soutenus aux deux extrémités; ce qu'il faut attribuer à
» la réaction des fibres dans les deux branches opposées.
» Cependant la même théorie peut servir à déterminer ces
» deux genres de courbes, pourvu que, dans l'intégration
» de l'équation différentielle, on ait égard à la détermi-
» nation des constantes (dont la valeur dépend du degré
» de fixité de l'encastrement).

» 3°. Les différences qui se sont présentées dans la dé-
» termination du coefficient d'élasticité disparaissent pres-
» que complétement, si l'on désigne par ce nom la quan-
» tité $E' = \frac{E}{G}$; E étant la valeur généralement admise jus-
» qu'ici pour le coefficient d'élasticité, et G le poids spéci-
» fique.

» 4°. Le coefficient d'élasticité E' est, en général, 2000
» par millimètre carré de section, quoiqu'il y ait quelques
» différences entre les diverses espèces de bois.

» 5°. On peut déterminer le coefficient d'élasticité, non-
» seulement par l'allongement, mais encore par la flexion
» et la torsion; mais on obtient par ces différentes mé-
» thodes des valeurs différentes, et, pour les ramener à
» un même chiffre, on aura à déterminer dans chaque cas
» un coefficient constant dépendant de l'opération elle-
» même.

» 6°. La méthode la plus facile pour obtenir le coefficient
» d'élasticité est de soutenir le solide par les deux extré-
» mités et de le charger par le milieu.»

Les observations de MM. Paccinotti et Peri paraissent aussi exactes qu'elles pouvaient l'être sans l'emploi du cathétomètre : aussi la loi des changements de forme con-

tenue dans la première de leurs propositions est-elle parfaitement conforme à celle qui a lieu pour les métaux. Mais il reste quelque incertitude quant aux coefficients déduits de ces expériences et quant à la comparaison des méthodes entre elles; car ces auteurs ont négligé de tenir compte, tant de la partie de l'arbre dans laquelle les tringles avaient été prises, que du degré d'humidité de celles-ci dans les différentes expériences auxquelles elles ont été soumises. On verra, dans la suite de ce travail, que l'élasticité n'est pas la même dans toutes les parties d'un arbre, qu'elle change notablement avec le degré d'humidité, et que cette dernière est elle-même très-variable dans des tringles minces comme celles dont les auteurs se sont servis. Les résultats des observations que MM. Paccinotti et Peri ont faites dans différentes conditions sur un même bois, et de celles qu'ils ont faites sur diverses espèces de bois, ne sont donc pas tout à fait comparables entre eux.

Nous ferons remarquer, en outre, que, d'après les formules connues qui lient entre eux le coefficient d'élasticité et la vitesse du son, le coefficient E', que MM. Paccinotti et Peri ont introduit, est une quantité proportionnelle au carré de la vitesse du son; d'où il suit que, si E' était constant, la vitesse du son devrait être la même pour toutes les espèces de bois. Or on verra bientôt qu'elle varie non-seulement pour les diverses essences, mais encore dans les différentes parties d'un même arbre, et dans une même tringle suivant son degré de dessiccation. Cela se comprend facilement, du reste, puisque le coefficient d'élasticité E augmente en général, par suite de la dessiccation, tandis que le poids spécifique G diminue : $E' = \frac{E}{G}$ doit donc augmenter à fortiori.

Nous terminerons cet aperçu historique des recherches faites jusqu'à ce jour sur les propriétés mécaniques des bois par le résumé des opinions des auteurs sur les questions

qui nous ont paru les plus essentielles à résoudre, et qui ont servi, pour ainsi dire, de cadre aux recherches que nous avons entreprises nous-mêmes.

Voici ces questions dans leur ordre le plus naturel :

I. *Quel est l'effet produit sur les bois par des charges successivement croissantes? D'après quelles lois ont lieu les changements de forme qui en résultent, et quelles sont les méthodes applicables aux bois pour la détermination de leurs propriétés mécaniques?*

M. Charles Dupin a démontré la proportionnalité entre les charges et les effets produits lorsque ces premières sont très-petites.

MM. Paccinotti et Peri ont vérifié que cette loi est également vraie pour toutes les charges, même celles qui sont voisines de la rupture, pourvu que l'on tienne compte des changements de forme permanents. Ils ont, de plus, trouvé que, pour faire concorder entre eux les résultats donnés par les différentes méthodes, il faut employer certains coefficients de correction.

II. *Ces propriétés varient-elles dans un même arbre suivant l'orientation, c'est-à-dire suivant qu'une partie est exposée à l'un ou à l'autre des points cardinaux?*

Musschenbroeck seul a traité cette question, en n'ayant égard qu'à la cohésion; il trouve qu'elle est la plus forte à l'est, et qu'elle diminue graduellement jusqu'au nord, en passant par le sud et l'ouest.

III. *Ces propriétés varient-elles avec la quantité d'humidité contenue dans les bois?*

Suivant Musschenbroeck et Buffon, la cohésion est plus forte dans les bois verts que dans les bois secs. Duhamel croit, au contraire, que l'extraction de la séve ne doit point leur faire perdre de force.

Enfin M. Hagen a trouvé, par la dessiccation, une augmentation du coefficient d'élasticité.

IV. *Ces propriétés varient-elles dans un même arbre, à la même hauteur, en allant du centre à la circonférence, et suivant quelle loi?*

Relativement à la densité, Buffon a trouvé que, dans les jeunes arbres, elle diminuait en progression arithmétique du centre à la circonférence, et qu'à l'époque de la maturité, la densité était partout à peu près la même; mais il n'a opéré que sur des chênes.

D'après Duhamel, dans les arbres vigoureux, la plus grande densité se trouve au cœur, tandis que, dans les arbres sur le retour, le bois du cœur est souvent plus léger que celui compris entre le cœur et la circonférence.

Relativement à la cohésion, Musschenbroeck trouve que c'est au cœur de l'arbre qu'elle est la plus faible; que, près de l'aubier, elle est plus forte que près du cœur, et qu'elle atteint son maximum dans une région intermédiaire: ce qui s'accorde avec l'opinion émise par Duhamel relativement aux gros pins du Nord.

Buffon, au contraire, a trouvé que la cohésion était plus forte au centre qu'à la circonférence, mais que cette règle cessait d'être vraie pour des arbres de 100 à 110 ans.

Relativement à l'élasticité, M. Hagen n'a trouvé aucune différence bien grande entre le cœur et l'aubier.

V. *Ces propriétés varient-elles, dans un même arbre, avec la hauteur :*

1°. *Dans le sens des fibres, pour chaque couche ligneuse ou pour la tige de l'arbre prise dans son entier?*

2°. *Perpendiculairement aux fibres dans le sens du rayon?*

3°. *Perpendiculairement aux fibres dans le sens de la tangente aux couches ligneuses?*

Suivant Buffon et Duhamel, la densité du bois diminue en allant du pied vers la cime des arbres.

Musschenbroeck n'admet pas de différence sensible, pour la cohésion, entre le bois des branches et celui de la tige, à quelque hauteur qu'il ait été pris. Suivant Buffon, au contraire, la cohésion serait plus forte au pied des arbres qu'à la cime.

Ces résultats ne concernent que la cohésion dans le sens des fibres.

VI. *Quel est le rapport entre les propriétés mécaniques, dans le sens de la longueur des fibres, et dans deux directions perpendiculaires à celles-ci, à différentes hauteurs dans l'arbre?*

Nous n'avons trouvé, à cet égard, que quelques expériences dues à Savart et à MM. Wheatstone et Hagen, qui ont recherché les rapports entre les élasticités à une même hauteur.

VII. *Quelle est l'influence de l'âge des arbres?*

Nous avons déjà cité les opinions des auteurs relativement aux changements qui surviennent avec l'âge dans les propriétés relatives des différentes couches. Quant au bois pris dans son ensemble, Buffon dit, en outre, qu'il augmente de force avec l'âge, mais cette question n'a pas encore été approfondie. Il en est de même pour les questions suivantes.

VIII. *Quelle est l'influence de l'épaisseur des couches?*

Suivant Buffon, le bois qui, dans le même terrain, croît le plus vite est le plus fort; et celui qui croît lentement, et dont les couches ligneuses sont plus minces, est le plus faible.

Duhamel paraît être d'une opinion contraire. Il rappelle que les pins du Nord, qui sont de qualité supérieure, ont des couches ligneuses très-minces : ce qui résulte aussi des intéressantes recherches de MM. Bravais et Martins (*Re-*

cherches sur la croissance du pin sylvestre, Mémoires de l'Académie de Bruxelles).

IX. *Quelle est l'influence de l'exposition?*

X. *Quelle est l'influence de la nature du terrain?*

D'après Musschenbroeck, les terrains sablonneux produisent des bois moins forts que les terrains argileux; et, d'après Duhamel, les terrains qui sont les plus propres pour former de beaux arbres ne sont pas ceux qui les donnent de la meilleure qualité.

XI. *Quels sont les rapports des différentes propriétés mécaniques des bois entre elles?*

Buffon a trouvé que la cohésion était proportionnelle à la densité; M. Charles Dupin, que les densités croissent en même temps que les résistances à la flexion, mais dans un moindre rapport.

Ce dernier auteur a prouvé aussi qu'il n'y a pas de relation constante entre la cohésion et l'élasticité des bois.

XII. *Quels sont les chiffres moyens qu'on peut admettre, et quelles sont les conséquences qu'on peut en tirer pour la pratique?*

On voit, par le tableau n° I, que les expériences faites jusqu'ici ont conduit à des résultats assez divergents pour varier entre les limites suivantes :

	Densité.	Coefficient d'élasticité.	Cohésion.
Chêne	de 0,616 à 0,993	de 500 à 1600	de 5 à 12
Hêtre	de 0,600 à 0,811	de 950 à 1483	de 8 à 12
Sapin	de 0,443 à 0,703	de 611 à 1615	de 5 à 9
Pin	de 0,396 à 0,753	de 433 à 1776	de 4 à 8

En admettant même l'exactitude des méthodes, ces grandes divergences peuvent s'expliquer par les conditions dans lesquelles les observations ont été faites.

Quelle qu'en soit, du reste, la cause, elles démontrent

assez la nécessité d'une nouvelle étude des propriétés mécaniques des bois, en tenant compte de toutes les circonstances qui peuvent les modifier, et en complétant les recherches théoriques par des expériences faites au point de vue de la pratique.

DEUXIÈME PARTIE.

Description des appareils et détail des expériences.

Dans ce travail, nous avons recherché d'abord les différences qui, pour les mêmes bois, peuvent résulter des variations d'humidité, et celles qui peuvent exister entre les parties d'un même arbre; puis les propriétés mécaniques dans les arbres en entier, en tenant compte des circonstances qui peuvent les modifier; enfin, les propriétés mécaniques des bois de chêne et de sapin débités dans les formes et les dimensions usitées dans la pratique.

Nous décrirons séparément les méthodes et les appareils que nous avons employés pour ces différentes recherches.

Nous nous sommes servis d'arbres venus sur le revers occidental des Vosges, dans les mêmes localités sur lesquelles les travaux forestiers de l'un de nous ont déjà été faits. Ces bois ont été choisis sur environ 4000 hectares de forêts, dans des conditions exactement connues et assez variées, ce qui est impossible lorsqu'on prend au hasard ceux que l'on trouve dans le commerce. Nous avons suivi sur le terrain tous les détails du travail, de manière à apporter le même soin au choix et à la préparation des arbres qu'aux expériences elles-mêmes.

Les principales circonstances auxquelles nous avons dû avoir égard dans le choix des arbres sont, la nature géo-

logique du sol, la qualité du terrain, l'exposition, l'âge, l'état de la forêt; et en outre nous avons, pour quelques-uns, recherché l'influence de l'abatage pendant qu'ils étaient en séve. Les arbres abattus, et destinés aux recherches théoriques, ont été classés (*voir* le tableau n° II) suivant la nature géologique du sol; chacun d'eux avait reçu d'ailleurs, au moment de l'abatage, un numéro d'ordre et une marque latérale destinée à faire retrouver plus tard la position primitive de l'arbre, par rapport aux points cardinaux.

Ces forêts sont situées dans trois sols différents : le grès vosgien, le grès bigarré et le muschelkalk, dans chacun desquels nous avons pu distinguer des terrains des trois qualités suivantes : secs et arides, fertiles, fangeux.

Le grès vosgien, seul, nous a présenté des expositions assez variées pour en tenir compte, les deux autres terrains ne nous offrant que des plateaux.

Dans chaque situation différente, et afin de rechercher quelle pouvait en être l'influence, nous avons coupé :

GRÈS VOSGIEN :	1 chêne à glands sessiles,
	1 hêtre,
	1 sapin,
	1 pin.
GRÈS BIGARRÉ :	1 chêne à glands pédonculés,
	1 chêne à glands sessiles,
	1 hêtre.
MUSCHELKALK :	1 chêne à glands pédonculés,
	1 hêtre.

Pour reconnaître l'influence de l'âge, nous avons pris, dans le grès vosgien et dans une même localité, des séries de chênes, de hêtres et de sapins, de grosseurs et d'âges différents.

Nous avons en outre fait abattre quelques individus des autres essences qui croissent dans les mêmes forêts. Et enfin,

tous ces arbres ayant été coupés hors séve, nous en avons pris quelques autres en pleine séve.

Les chênes et les sapins qui ont servi aux expériences sur les pièces de formes et de dimensions commerciales (*voir* le tableau n° III), avaient, les chênes, plusieurs années de coupe; les sapins, une année. Nous avons indiqué, dans le tableau précité, leur provenance et les différentes conditions dans lesquelles ils avaient végété.

En somme, le nombre des arbres abattus pour nos expériences a été de 94.

Savoir :

Chêne	31
Hêtre	16
Sapin	28
Pin	6
Charme	2
Bouleau	2
Acacia	2
Orme	1
Frêne	1
Sycomore	1
Érable	1
Tremble	1
Aune	1
Peuplier	1

Ces arbres, excepté ceux débités en pièces commerciales et ceux coupés en séve, ont été, après leur abatage, amenés sous un hangar et conservés à l'abri des influences atmosphériques, afin de les maintenir autant que possible dans l'état dans lequel ils se trouvaient au moment de l'abatage.

A. *Recherche des différences des propriétés mécaniques dans un même arbre.*

Cette recherche comprend les questions posées plus haut, du n° I au n° VI; et il résulte de leur énoncé que, pour les

résoudre, il fallait étudier les propriétés mécaniques, non-seulement suivant différentes directions dans un même arbre, mais aussi à des hauteurs différentes et dans différentes couches annuelles, en ayant égard à leur exposition aux quatre points cardinaux.

Nous avons choisi, pour ces expériences, deux chênes, deux hêtres, deux sapins et un arbre de chacune des autres espèces. Ces arbres ont été découpés en billes de 2 mètres de longueur, dont chacune, en partant du pied, a reçu, indépendamment du numéro d'ordre de l'arbre entier, un nouveau numéro indiquant sa hauteur dans l'arbre. A la base de chaque bille nous avons enlevé une plaque transversale de 2 centimètres d'épaisseur, perpendiculaire à l'axe, et également numérotée.

Ces billes ont été refendues à la scie (*Pl. I, fig.* 1), de manière à donner trois planches, dont l'une, comprenant le centre, était prise dans la direction nord-sud, et les deux autres, perpendiculaires à celle-ci, dans les directions est et ouest. Nous désignons ainsi les parties de l'arbre qui avaient été primitivement exposées aux points cardinaux correspondants.

Après avoir exactement compté le nombre des couches annuelles comprises dans ces planches; nous les avons refendues elles-mêmes dans toute leur longueur, en suivant le fil du bois, de manière à obtenir des séries de tringles carrées prises dans le centre, au cœur même de l'arbre, et dans les différentes directions, en allant du centre à la circonférence, mais toujours dans les mêmes couches annuelles pour chaque direction. Nous avons eu soin aussi, lorsque nous examinions plusieurs billes d'un même arbre, de prendre, pour chaque bille, nos tringles dans les mêmes couches annuelles, de manière à suivre celles-ci dans toute leur longueur.

Ces tringles avaient la même longueur à peu près que les billes, c'est-à-dire environ 2 mètres; elles ont été

parfaitement calibrées au rabot et amenées toutes à des dimensions égales. Chacune d'elles a reçu trois numéros, le premier indiquant l'arbre auquel elle appartenait, le second la bille dont elle a été tirée, et le troisième sa distance du centre : la tringle prise dans celui-ci portait toujours le n° 1. En outre, chaque tringle a été marquée d'une lettre indiquant son orientation.

On a de même pris dans les rondelles, perpendiculaires à l'axe de l'arbre, deux barreaux, l'un suivant le rayon depuis le centre jusqu'à la circonférence, l'autre dans le sens de la tangente aux couches annuelles. Ces barreaux portent le numéro de l'arbre, celui de la bille, et la lettre R ou T, indiquant leur position primitive dans l'arbre. On remarquera que, d'après les expériences de Savart sur les plaques, nous avons pu prendre indistinctement le premier de ces barreaux suivant un rayon quelconque. Le second a été coupé le plus près possible de la circonférence, et dans la partie où le rayon de courbure était le plus grand.

Comme une partie des tringles devait être rompue à l'état de bois vert, afin de déterminer la cohésion à ce degré d'humidité, nous avons été obligés d'en préparer des séries doubles, c'est-à-dire que dans l'épaisseur de chaque planche et dans les mêmes couches, nous avons toujours pris deux tringles immédiatement voisines, qui pouvaient donc être considérées comme identiquement les mêmes. L'une de ces séries a été immédiatement soumise à toutes les expériences, mais en partie seulement à celles de rupture, et les tringles, conservées entières, ont été desséchées à l'étuve. La seconde série n'a été examinée qu'après quelque temps de séjour au laboratoire, en ayant soin de conserver les tringles entières, et a été ensuite desséchée à l'air libre et au soleil, pour être examinée de nouveau.

Nous avons donc étudié les propriétés mécaniques des

tringles longitudinales dans quatre états hygrométriques différents.

1°. *Bois vert.* — C'est ainsi que nous désignons les tringles sur lesquelles nous avons opéré immédiatement après le débit.

2°. *Bois après quelque temps de dépôt au laboratoire.* — Ces tringles, ainsi que nous l'avons dit plus haut, étaient restées quelque temps au laboratoire, c'est-à-dire dans un local clos et dans des circonstances complétement les mêmes.

3°. *Bois desséché à l'air et au soleil.* — Ces tringles avaient été placées pendant un mois au moins dans une bâche munie de châssis, de manière à pouvoir être fermée pendant la nuit ou pendant la pluie, et où elles recevaient l'action directe du soleil et des courants d'air.

4°. *Bois desséché à l'étuve.* — Ces tringles avaient séjourné pendant environ quinze jours dans une étuve fermée, et dont la température restait constamment entre 40 et 50 degrés centigrades.

Voici maintenant comment nous avons déterminé la quantité d'eau contenue dans ces tringles, en admettant que, par suite des précautions prises, l'état hygrométrique était dans chaque cas le même pour celles tirées d'une même bille, ainsi, du reste, que l'un de nous l'avait déjà reconnu dans des circonstances analogues et pour des bois très-secs, par des expériences directes sur la dessiccation des bois de chauffage.

Nous avons pris par doubles pesées le poids absolu de chaque tringle dans ces divers états de dessiccation; ce qui nous a donné les pertes d'eau successivement éprouvées par chacune, et qui se sont trouvées être sensiblement les mêmes pour les tringles d'une même bille. Enfin, pour trouver la quantité absolue d'eau contenue dans les tringles les plus sèches, celles qui avaient été placées à l'étuve, nous les avons sciées transversalement, de manière à obtenir la même quantité de sciure de chacune; nous avons immé-

diatement recueilli dans un tube très-mince toutes les sciures provenant ainsi d'une même bille, et les avons placées pendant plusieurs jours dans le vide sec, après les avoir préalablement, et à plusieurs reprises, chauffées à 140 degrés, jusqu'à ce qu'elles ne présentassent plus de pertes sensibles. La perte totale nous a donné la quantité d'eau contenue dans les bois desséchés à l'étuve. Nous en avons déduit les quantités d'eau contenues à chaque état de dessiccation, en ajoutant à cette perte les différences de poids que nous avions préalablement constatées. Tous ces résultats sont réunis dans le tableau n° V.

Nous devons toutefois faire observer que les barreaux pris dans les deux sens perpendiculaires à la direction des fibres n'ont été examinés que dans un seul état, celui de la dessiccation spontanée au laboratoire.

Dans chacun de ces états de dessiccation, nous avions à rechercher le poids absolu, la densité, la vitesse du son, les lois de l'élasticité, le coefficient et la limite d'élasticité, l'allongement maximum et la cohésion. Les expériences ont été faites dans l'ordre suivant, et sans interruption, afin d'éviter autant que possible tout changement dans l'état hygrométrique des tringles.

1°. *Densité.* — Nous nous sommes servis de trois méthodes différentes, suivant qu'elles nous offraient le plus de facilité, et aussi quelquefois pour vérifier par l'une les résultats obtenus par les autres.

Ainsi nous avons fait quelques déterminations à l'aide du voluménomètre de M. Regnault; mais notre cathétomètre étant employé à un autre genre d'expériences, nous n'avons pris que peu de densités à l'aide de cette méthode.

Le plus ordinairement, nous avons employé un flacon bouché, de 5 centimètres de hauteur et de 2 centimètres de diamètre, rempli de mercure, et dans lequel nous introduisions deux morceaux de la même longueur, pris aux extrémités de chaque tringle, en ayant soin de les débar-

rasser autant que possible des bulles d'air adhérentes au bois. Le poids du mercure déplacé et celui des morceaux de tringles nous ont servi à calculer la densité de ceux-ci.

Enfin, lorsque nous avons eu lieu de craindre que la densité ne fût pas la même dans toute la longueur d'une tringle, et notamment pour les barreaux perpendiculaires aux fibres, nous l'avons déduite du poids absolu de la tringle ou du barreau tout entier et de son volume. Ce dernier lui-même a été déterminé en prenant les longueurs sur un mètre étalon, et les largeurs et épaisseurs, en plusieurs endroits, au moyen du sphéromètre. Les mesures ainsi trouvées différaient très-peu, pour les mêmes tringles, par suite du soin avec lequel celles-ci avaient été calibrées. Nous en avons pris les moyennes et nous les avons portées dans le tableau n° XV.

2°. *Vitesse du son.*— Nous l'avons déterminée, pour les tringles, par la méthode de Chladni, au moyen du son longitudinal : après avoir mesuré exactement la longueur de la tringle, l'un de nous la mettait en vibration, en la tenant par le milieu et en la frottant par l'une de ses extrémités, tandis que l'autre reproduisait le même son sur un sonomètre différentiel, accordé exactement d'après un diapason normal. La longueur de corde qui rendait ce son étant ainsi trouvée, nous avons pu calculer le nombre correspondant de vibrations, et, par suite, la vitesse du son dans la tringle.

Quant aux barreaux transversaux, leur peu de longueur ne permettant pas de leur faire rendre des sons longitudinaux, nous n'avons pu trouver la vitesse du son qu'indirectement, au moyen du coefficient d'élasticité déduit des vibrations transversales.

3°. *Lois de l'élasticité.* — Nous avons recherché ces lois par la méthode des allongements, en soumettant chaque tringle, dans trois degrés d'humidité différents (1), à l'action

(1) Les tringles desséchées à l'étuve étaient devenues trop cassantes pour

de charges successivement croissantes, et en mesurant, avec le cathétomètre, les allongements tant élastiques que permanents. Nous nous sommes servis, pour ces expériences, de l'appareil employé précédemment par l'un de nous dans ses recherches sur les métaux et les alliages, et les avons conduites jusqu'à la rupture, en suivant la même marche et avec les mêmes précautions. Il serait beaucoup trop long de donner les détails de toutes les séries d'expériences d'allongement que nous avons eu à faire. Nous nous bornons donc à en rapporter quelques-unes dans le tableau n° IV, comme exemples de la manière dont nous avons opéré sur toutes les tringles.

Nous avons déterminé ainsi à la fois l'allongement élastique moyen produit par une certaine charge, les allongements permanents successifs, et enfin l'allongement maximum. La première de ces données sert à calculer le coefficient, et la seconde à trouver la limite apparente d'élasticité.

Les barreaux coupés perpendiculairement au sens des fibres étant trop courts pour être soumis à l'allongement, nous avons eu recours à la méthode des vibrations transversales. En général, nous nous sommes servis du son le plus grave que rendent des lames libres par les deux bouts, son que l'on produit en tenant le barreau au point où doit se former l'un des nœuds qui existent dans ce mode de vibration, et en agissant avec un fort archet sur le bout le plus rapproché. Chacun de ces nœuds est placé à un quart de la longueur totale, à partir des extrémités. Mais, lorsque le son ainsi produit était trop grave pour être facilement reproduit sur le sonomètre, nous avons employé un des modes de vibration donnant des sons plus aigus avec trois, quatre et même cinq nœuds. Si l'on exprime le nombre de vibra-

être soumises à l'allongement; toutefois celles en acacia n'ont pas subi la même altération.

tions du son le plus grave par 3^2, les nombres de vibrations correspondants aux autres sons seront donnés, à très-peu près, par les carrés de la série des nombres impairs 5, 7 et 9. Quel qu'ait été le mode de vibration employé, nous avons donc pu en déduire le coefficient d'élasticité au moyen des formules connues. Dans chaque cas, nous avons vérifié le nombre et la position des nœuds au moyen de sable placé sur la face supérieure du barreau.

Nous devons faire remarquer que les substances homogènes seules rendent toujours le même son lorsque l'on fait vibrer transversalement un barreau carré, soit dans le sens de sa largeur, soit dans celui de son épaisseur, tandis qu'il n'en est pas de même pour les bois. Pour ceux-ci, on obtient, en général, un coefficient d'élasticité un peu plus fort, lorsque les vibrations ont été excitées dans le sens des fibres, que lorsqu'elles l'ont été perpendiculairement aux fibres. Toutefois les différences étant pour la plupart fort petites, nous avons pu prendre comme véritable coefficient la moyenne des deux chiffres obtenus dans chaque cas. Toutes les données de ces expériences sont réunies dans le tableau n° XV.

4°. *Cohésion.* — Cette propriété a été déterminée par la rupture des tringles et des barreaux au moyen de la traction, en ayant soin de leur donner une position parfaitement verticale, et de n'augmenter les charges que lentement et sans secousses.

B. *Recherche des propriétés mécaniques dans les arbres en entier.*

Cette recherche, comprenant les questions déjà posées n[os] V, VII, VIII, IX et X, pouvait être faite, soit sur les tiges entières, soit sur une portion seulement de ces tiges.

Dans le premier cas, il eût été impossible d'étudier l'influence de la hauteur, et il eût été, en outre, très-difficile de modifier constamment l'appareil suivant la longueur,

et d'appliquer des formules aux résultats obtenus sur des pièces irrégulièrement coniques, comme le sont les arbres entiers. Si, d'un autre côté, on avait voulu les ramener à une forme régulière, on leur aurait enlevé en grande partie les couches extérieures, ce qui les aurait mis à peu près dans les conditions des pièces employées dans la pratique, et dont nous nous sommes occupés dans la troisième partie de ce travail.

Nous avons donc préféré prendre, pour la comparaison des différents arbres entre eux, des billes de 2 mètres de longueur dans la partie la plus saine et la plus régulière de chaque tige. Quant à l'influence de la hauteur, nous l'avons recherchée au moyen de billes provenant d'un même arbre, et alternant avec celles qui avaient précédemment été réduites en tringles pour le même objet. Ainsi, dans un arbre partagé en six morceaux, les billes n°s 1, 3 et 5, à partir de la base, ont été examinées par couches, et les billes n°s 2, 4 et 6 l'ont été en entier.

Dans ces expériences, nous n'avons recherché que la densité et le coefficient d'élasticité. En effet, avec des billes de cette longueur, et quelquefois d'un très-fort diamètre, il eût été difficile d'aller jusqu'à la rupture : d'ailleurs les valeurs de la limite d'élasticité et de la cohésion dépendent trop de la manière d'opérer, et sont par leur nature même trop peu précises pour devoir être prises en considération, lorsqu'il ne s'agit que de petites différences, telles que celles que nous recherchions dans cette partie de notre travail.

Les billes ont été écorcées et préparées de manière à avoir une forme cylindrique; ce que leur peu de longueur a rendu facile, en ne leur enlevant qu'une faible épaisseur de bois à la base.

La densité a été déterminée immédiatement avant l'expérience, au moyen du poids absolu, de la longueur et du diamètre moyen. Pour trouver ce dernier, nous avons pris, avec un cordeau et en cinq endroits différents, la triple cir-

conférence de chaque bille, afin d'avoir ainsi des moyennes plus exactes.

Le coefficient d'élasticité a été déterminé par la flexion, au moyen de charges appliquées au milieu des billes dont les extrémités portaient sur deux appuis. Afin que cette opération pût être convenablement faite sur des pièces aussi fortes, il fallait réaliser les conditions suivantes :

1°. Avoir des points d'appui assez solides pour supporter des charges de plus de 10 000 kilogrammes;

2°. Pouvoir mettre de pareilles charges et les enlever avec facilité et sans secousses;

3°. Pouvoir mesurer les flèches obtenues avec une grande exactitude.

Nous nous sommes servis d'un puits conique en maçonnerie, destiné à un tour vertical, et établi dans un terre-plein au-dessus duquel était placé un hangar. L'ensemble de la construction présente ainsi deux étages : le hangar et le puits, séparés, *Pl. I*, *fig.* 3, 4, 5 et 6, par la ligne *ab*. Chacun de ces étages a son entrée à part et facilement accessible, par suite d'un ressaut existant dans le terrain et compris entre les lignes *ab* et *cd*.

Au-dessus du puits, nous avons établi deux piles en pierres de taille portant sur la maçonnerie, à la partie supérieure et à la face intérieure desquelles nous avons encastré des coussinets en fonte *e*, destinés à recevoir les extrémités des billes et d'un diamètre plus grand que celles-ci. Le tout était disposé de manière à ce que les billes portassent de 4 centimètres au moins à chaque extrémité, sans buter contre les parois de la pierre de taille. Nous avons établi dans le puits, pour recevoir les charges, un très-fort plateau rectangulaire *f*, aux quatre angles duquel étaient attachées quatre chaînes *g* réunies à la hauteur du premier étage par un double étrier *h* et *i* pouvant s'accrocher à une forte chaîne à la Vaucanson *l*, au moyen de laquelle le tout était suspendu sur le milieu des billes.

Quatre crics *m*, placés au fond du puits sur un pavé, servaient à soulever le plateau, et deux chaînes de sûreté *n*, scellées dans les piles, étaient destinées à soutenir l'étrier *h*, et les grandes chaînes *g*, lorsqu'on voulait changer de bille, et en même temps à prévenir les accidents en cas de rupture imprévue. Enfin, nous avons placé un cathétomètre sur une large plaque en fonte *o*, portée par une forte poutre en chêne *p*, qui reposait elle-même sur le rebord supérieur du puits. L'observateur, placé sur la maçonnerie, en arrière du cathétomètre, au point *q*, ne pouvait donc, en marchant, déranger la position du niveau d'eau.

Les deux étriers et les chaînes pesaient ensemble 184^{kil},5

Le plateau............................ 846^{kil},0

Voici maintenant comment nous avons opéré pour chaque bille :

Le plateau étant porté par les crics, et les chaînes de suspension retenues par les chaînes de sûreté convenablement raccourcies, nous placions la bille sur les coussinets, de manière à ce que son milieu fût exactement à égale distance des deux supports. Un point de repère indiquait ce milieu sur lequel nous posions la chaîne à la Vaucanson, en ayant soin que le repère restât visible entre les deux branches d'un même anneau. Puis, sans prendre aucune mesure, nous accrochions les étriers, nous allongions les chaînes de sûreté, et nous faisions descendre les crics de manière à ce que le plateau et les poids dont il était chargé, et qui avaient été approximativement déterminés par un calcul préalable, agissent sur le milieu de la bille. Cette dernière prenait ainsi une flèche qu'il s'agissait de mesurer, et qui pouvait d'ailleurs être, ou simplement élastique, ou à la fois élastique et permanente, selon la charge employée. Afin de distinguer ces deux espèces de flèches, et d'avoir la flèche élastique que nous recherchions ici, nous avons toujours pris notre première mesure sous l'action de la charge, et la seconde après l'avoir soulevée au moyen des crics. Ces

mesures ont été, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, prises au cathétomètre, sur le point de repère du milieu de la bille placé aussi bas que possible, afin d'éviter l'effet de la compression. Leur différence nous donnait directement la flèche élastique produite par le poids de la charge, y compris le plateau. En effet, les chaînes, restant suspendues à la bille dans l'un et l'autre cas, formaient un poids constant sans influence sur la différence des flèches mesurées. Toutefois, dans deux expériences, le poids des chaînes étant à lui seul suffisant pour produire la flèche, elles ont été employées comme charge, et décrochées pour prendre la seconde mesure.

Toute cette opération a été répétée deux fois sur chaque bille, de manière à avoir deux mesures de chaque flèche élastique, et à pouvoir en prendre la moyenne. On verra, tableau n° XIV, que ces deux flèches s'accordent très-sensiblement entre elles.

Dans toutes ces expériences, nous avons eu soin de n'employer que des charges suffisantes pour produire de petites flèches de 1 à 2 centimètres, afin de rester dans les conditions pour lesquelles les formules connues ont été établies, et pour que les flèches permanentes ne fussent pas trop considérables. Et d'ailleurs notre instrument donnant jusqu'aux centièmes de millimètre, ces longueurs de flèches étaient suffisantes pour arriver à des résultats exacts.

Nous avons dû aussi tenir compte d'une cause d'erreurs qui paraît avoir été négligée jusqu'à présent, les compressions que subissent les supports, quelque résistants qu'ils soient, toutes les fois qu'on les soumet à une charge considérable. Ces compressions peuvent être de deux sortes différentes, c'est-à-dire disparaître avec la charge, ou persister après que cette dernière a été enlevée. D'après notre manière d'opérer, celles de la première espèce seules pouvaient influer sur nos résultats. Nous les avons préalablement déterminés, pour chaque pile, au moyen de points de repère marqués sur les coussinets, et dont nous avons suivi



les déplacements avec le cathétomètre, sous des charges croissantes suspendues à une bille. Ces compressions, de 2 à 3 millimètres au plus, se sont trouvées proportionnelles aux poids supportés, mais un peu différentes pour chaque appui; leurs moyennes nous ont donné les corrections à appliquer aux flèches obtenues, corrections dont la grandeur relative ne permet pas de les négliger.

Enfin, immédiatement après chaque expérience de flexion, nous avons déterminé la quantité d'eau hygrométrique contenue dans la bille, sur de la sciure provenant d'un trait de scie transversal. Cette sciure, qui représentait également toutes les couches, a été parfaitement mélangée, et desséchée dans le vide sec, d'après la méthode déjà décrite.

C. *Recherche des propriétés mécaniques des bois débités dans les dimensions usitées dans la pratique.*

Cette partie de notre travail contient quelques expériences sur des pièces de chêne et de sapin, dans les conditions dans lesquelles les présente le commerce. Nous nous sommes servis de planches et de madriers de ces deux espèces de bois, ainsi que de pièces de charpente de diverses dimensions, depuis les chevrons (pièces de $0^m,08$ sur $0^m,10$ environ) jusqu'aux fortes pannes (pièces de $0^m,23$ sur $0^m,25$ environ), et sur des longueurs de 4 à 7 mètres pour le chêne, et de 10 à 14 mètres pour le sapin. Tous ces bois ont été équarris à vive arête, de manière à présenter des prismes plus réguliers que les pièces habituellement employées. Nous en avons déterminé la densité, et ensuite les propriétés élastiques au moyen de charges successivement croissantes jusqu'à la rupture.

Pour trouver la densité, nous avons pris le poids absolu, la longueur de chaque pièce, et ses autres dimensions de mètre en mètre courant. Les nombres qui expriment ces

dernières dans les tableaux nos XVII et XVIII sont les moyennes résultant de ces mesures.

Afin de pouvoir, dans les expériences de flexion, appliquer graduellement et sans secousses les charges successives, en évitant tout danger lors de la rupture, nous avons remplacé, pour les pièces, dans l'appareil dont nous nous étions servis pour les billes, les poids en fonte par des charges d'eau faciles à augmenter graduellement du dehors, *Pl. I, fig.* 7 et 8. Nous avons placé sur le plateau, convenablement renforcé, deux foudres *r* de la contenance de 25 hectolitres chacun et destinés à recevoir l'eau. Une pompe, plongeant dans un cours d'eau en dehors de la construction en maçonnerie, servait à amener l'eau à volonté dans les tonneaux, dont on pouvait ensuite la faire sortir au moyen d'un robinet placé à la base. Pour indiquer à chaque moment les quantités d'eau contenues, nous avons ajouté, à chacun des foudres, un flotteur *s* portant une tige *t* graduée à l'avance d'après le jaugeage des tonneaux. Cette tige montait jusqu'à l'étage supérieur, et sa position, par rapport à une règle fixée elle-même sur le tonneau, donnait le nombre de litres. Le plateau était, comme dans les expériences précédentes, supporté par les crics *n* et attaché aux chaînes *g*; mais, pour quelques pièces d'un petit échantillon, l'appareil précédent eût été trop pesant comme première charge. Nous avons, pour ces pièces, attaché l'un des foudres seulement aux chaînes, et comme les flèches prises étaient souvent plus grandes que la course des crics *n*, nous avons remplacé les étriers par un cric à vis. Cette vis, assez forte pour supporter toutes nos charges, était sortie au commencement de l'expérience, et à mesure que le tonneau arrivait au niveau du sol, on la faisait rentrer pour le remonter.

La nécessité d'avoir, pour ces expériences, des appuis de distances variables avec la longueur des pièces nous a fait renoncer aux supports en maçonnerie. Nous les avons remplacés par des piles de fortes poutres en chêne, très-rap-

prochées les unes des autres ; mais il était essentiel de pouvoir, à chaque instant, mesurer la dépression de ces supports. Pour cela, nous nous sommes servis de deux échelles graduées sur cuivre, et munies de verniers qui donnaient les centièmes de millimètre. Ces échelles étaient portées par des règles *u* fixées dans le sol, tandis que les verniers étaient attachés à la surface inférieure des poutres *v* sur lesquelles reposaient immédiatement les pièces en expérience, et au-dessous de l'axe de celles-ci. La partie supérieure des piles en maçonnerie établies pour les recherches précédentes ayant dû être enlevée, nous avons remplacé les chaînes de sûreté par une moufle *x* attachée à la toiture du hangar ; elle servait à faciliter la pose des pièces, à soulever les grandes chaînes et à les soutenir au moment de la rupture.

Dans ces nouvelles expériences, le poids des chaînes et des étriers était de...........	kil 197,5
Celui du plateau, de.....................	888,0
Celui du foudre *r* avec son flotteur, de......	426,8
Celui du foudre *r'* avec son flotteur, de.....	376,7

Lorsque le tonneau *r* était employé seul, on lui ajoutait un plancher en madriers boulonnés pesant 273 kilogrammes ; le cric qui remplaçait alors les étriers pesait, avec ses boulons, 166 kilogrammes, et les chaînes 147.

La marche des opérations a été à peu près la même que celle décrite précédemment. Après avoir placé de champ la pièce sur les supports, on a pris au cathétomètre la hauteur du point de repère, et directement la position des verniers : ce qui donnait le point de départ indiqué par zéro dans nos tableaux. Ensuite, selon la force des pièces, on a employé comme première charge, soit le poids de l'appareil vide, soit celui des chaînes seulement ; puis on a soulevé l'appareil, et on a pris de nouveau les mêmes mesures pour avoir la flèche totale due à la première charge. On a continué de la même manière pour les différentes charges d'eau que l'on obtenait en faisant agir la pompe. La flèche trouvée

dans chaque observation faite sous l'action d'une charge se compose de la flèche élastique et de la flèche permanente due à cette charge; les mesures prises dans l'observation faite immédiatement après, la charge étant soulevée, donnent directement la flèche permanente, et la différence des deux n'est autre que la flèche élastique. Il est bien entendu que la correction donnée par les verniers doit être appliquée séparément à chaque observation.

Dans les charges voisines de la rupture, il y aurait eu danger pour les hommes employés à la manœuvre des crics. Nous nous sommes donc contentés de prendre la flèche totale, et les dernières charges n'ont pu être comprises dans les calculs faits pour la détermination des coefficients d'élasticité.

Pour les chevrons, les madriers et les planches, le poids seul des chaines eût déjà été trop grand comme première charge. Nous avons donc, *Pl. I, fig.* 9, employé un plateau *y* chargé à la main de poids de 20 kilogrammes, et que l'on soulevait au moyen de la moufle *x*, sans déranger la position des pièces. Celles-ci étaient portées par des supports en bois *z* boulonnés contre les piles en pierre, et assez solides par rapport aux charges employées, pour que nous ayons cru pouvoir, dans ce cas seulement, négliger de déterminer la compression des appuis. Cette détermination n'eût, au reste, conduit qu'à des corrections insignifiantes, eu égard à la grandeur des flèches obtenues. Les planches et madriers, au lieu d'être placés de champ, l'ont été à plat; du reste, la marche de l'opération a été la même.

Dans aucune des expériences de cette dernière série, nous n'avons recherché la quantité d'eau hygrométrique contenue dans les bois, puisqu'ils se trouvaient dans les conditions de ceux habituellement employés, et que nous avions déjà déduit d'expériences spéciales les coefficients des variations dues à l'humidité.

TROISIÈME PARTIE.

Calcul des expériences et discussion des méthodes.

Après avoir décrit les appareils et les procédés que nous avons employés, nous avons à citer les formules qui ont servi aux calculs et à comparer entre eux les résultats donnés par les différentes méthodes.

Quant à la densité, on remarquera que les valeurs obtenues au moyen du volume d'une bille entière sont généralement plus fortes que celles qui ont été déduites des densités des tringles et des couches composant la même bille. Ces différences peuvent tenir à deux causes. Pour pouvoir rendre ces valeurs comparables entre elles, il a fallu les ramener à un degré d'humidité constant pour lequel nous avons choisi 20 pour 100. Or les coefficients qui ont servi à cette réduction n'ayant pu être déterminés que pour des tringles dont les humidités variaient entre 8 et 40 pour 100 environ, il est possible que ces coefficients ne soient pas constants pour des différences d'humidité plus considérables, ou ne s'appliquent pas exactement à celles des billes. D'un autre côté, les tringles ne représentant pas la totalité des couches de la bille, la détermination de la densité de celle-ci, au moyen des densités des tringles, peut ne pas être rigoureuse.

Ainsi que nous l'avons déjà dit, nous avons employé, pour la recherche des propriétés élastiques des tringles, deux méthodes, celle des vibrations longitudinales et celle de l'allongement : la première donne directement la vitesse du son, la seconde le coefficient d'élasticité. Ces deux quantités sont liées entre elles par l'équation

$$E = \frac{v^2 d}{g}$$

3.

dans laquelle

E est le coefficient d'élasticité,
v la vitesse du son,
d la densité.

Et si l'on prend pour unités : pour la longueur le millimètre, pour le poids le kilogramme, pour la vitesse du son la vitesse dans l'air, pour la densité le poids spécifique de l'eau, on a

$$(a) \qquad \log E = 2 \log v + \log d + 1.05130.$$

On peut donc, à l'aide de cette formule, déduire le coefficient d'élasticité des vibrations longitudinales, et, réciproquement, la vitesse du son de l'allongement.

Or on sait que, pour les gaz et pour les métaux, les nombres trouvés par les vibrations sont supérieurs à ceux qui résultent de l'allongement ou de la compression. Nous avons donc dû rechercher si les bois se comportent de même. Cette vérification était non-seulement intéressante au point de vue théorique; mais elle était nécessaire pour pouvoir rendre comparables entre eux les résultats obtenus par l'une ou l'autre des deux méthodes seulement.

Nous avons porté dans le tableau n° VII les résultats obtenus et les rapports entre les deux coefficients d'élasticité et entre les deux vitesses du son pour toutes les tringles qui ont été traitées comparativement par ces deux méthodes. Le premier de ces rapports est évidemment le carré du second. En parcourant ce tableau, on verra que, pour les bois aussi, les vibrations conduisent à des chiffres plus élevés que l'allongement, et que la dessiccation paraît sans influence sur la grandeur des rapports. Nous avons donc pu prendre pour coefficients de correction les moyennes des rapports trouvés à différentes humidités pour les tringles d'une même bille. Pour avoir le coefficient d'élasticité que nous appelons réel, c'est-à-dire celui qui serait résulté de l'allongement, il faut

diviser le coefficient d'élasticité déduit des vibrations par le premier de ces coefficients; tandis qu'il faut multiplier par le second la vitesse du son déduite de l'allongement, pour avoir la vitesse réelle du son. Ces coefficients de correction sont, à peu de chose près, les mêmes pour des billes provenant de la même essence.

Les mêmes coefficients doivent encore s'appliquer aux résultats trouvés par des vibrations transversales, car on sait que celles-ci donnent les mêmes valeurs que les vibrations longitudinales. On en déduit donc le coefficient d'élasticité réel au moyen de la formule

$$\log E = \log p + 2\log n + 3\log l - 3\log a - \log b - 4.02104 - \log c$$

dans laquelle

p est le poids absolu du barreau,
l sa longueur,
n le nombre de vibrations transversales doubles par seconde,
a le côté de la section suivant lequel on fait vibrer le barreau,
b l'autre côté,
c le coefficient de correction pour les coefficients d'élasticité dans la bille dont le barreau a été tiré.

Pour trouver la vitesse réelle du son, il faut substituer dans la formule (a) la valeur non corrigée de log E.

Nous avons déjà exposé comment nous avons été amenés à employer, pour la détermination des propriétés des arbres en entier et pour la comparaison des différentes essences, des billes cylindriques de 2 mètres seulement de longueur. Cette disposition permet de travailler sur des pièces de forme régulière, dans leur état naturel et en conservant toutes leurs couches; mais, d'un autre côté, on n'est plus dans les conditions pour lesquelles les formules ont été établies. On sait, en effet, que ces formules ne sont rigoureusement applicables qu'à des pièces parfaite-

ment homogènes, tandis que, dans les arbres, l'élasticité varie de couche en couche d'après une loi que nous avons bien pu reconnaître pour chaque bille en particulier, mais qui, comme on le verra plus tard, peut changer avec l'âge et la nature même des arbres. En outre, ces formules n'ont encore été vérifiées que pour des billes d'un diamètre peu considérable par rapport à leur longueur, et non pour de forts diamètres, tels que ceux que nous avons rencontrés dans le cours de nos expériences. Nous avons donc dû nous borner à ne produire que de petites flèches, pour nous écarter le moins possible des conditions du problème, et nous avons cherché, sur un certain nombre de billes, à contrôler les résultats donnés par la flexion, en les comparant à ceux obtenus par allongement sur des tringles prises dans différentes couches de ces billes elles-mêmes.

Les coefficients moyens d'élasticité pour les billes ont été déduits des flèches trouvées par la formule ordinaire

$$(b) \qquad E = \frac{2Pa^3}{3\pi f r^4},$$

dans laquelle

P désigne la charge en kilogrammes,
a la moitié de la distance des appuis,
f la flèche élastique,
r le rayon de la bille.

Nous avons porté dans le tableau n° XVI les coefficients ainsi obtenus et ramenés à 20 pour 100 d'humidité, à côté de ceux qui, résultant de l'allongement des tringles, ont été calculés pour les billes entières, ainsi que nous le dirons plus tard. On voit par ce tableau que, malgré quelques différences, les nombres s'accordent assez bien pour qu'on puisse, en général, suivre cette marche, surtout lorsqu'il ne s'agit que de comparer entre eux des arbres de la même espèce. Ce résultat est encore confirmé par ce qui a eu lieu pour des billes prises à différentes hauteurs dans

un même arbre, et soumises, les unes à la flexion, les autres à l'allongement. Les chiffres trouvés suivent la même progression, et ne présentent que des différences d'un ordre tel, qu'elles peuvent être attribuées à la hauteur dans l'arbre.

Les arbres résineux offrent seuls une anomalie remarquable. Tous les coefficients résultant de la flexion des billes, et surtout de celles dont le diamètre était le plus fort, se trouvent beaucoup trop petits lorsqu'on les compare non-seulement aux chiffres obtenus par l'allongement, mais même à ceux qui résultent des expériences de flexion sur des pièces équarries d'une assez grande longueur. Il est donc évident que la formule citée plus haut ne peut pas s'appliquer à des billes de ces essences; ce qu'il faut peut-être attribuer à un manque d'adhérence suffisante et de réaction entre les couches annuelles, et à ce que les couches les plus fortes se trouvent à la circonférence, ainsi qu'on le verra bientôt. Nous n'avons donc pas compris dans nos moyennes générales les résultats des expériences de flexion sur les billes des conifères, bien que nous en ayons donné tous les éléments afin que, si l'on arrive plus tard à modifier les formules, on puisse en tirer des résultats exacts.

Pour les grandes pièces de chêne et de sapin débitées dans les formes du commerce, nous avons pu nous servir des formules qu'on emploie habituellement, et qui ont déjà été suffisamment vérifiées. Nous avons déduit le coefficient d'élasticité de la flèche moyenne, déterminée par un assez grand nombre de mesures, au moyen de la formule

$$(c) \qquad \mathrm{E}=\frac{2\,\mathrm{P}a^3}{fbc^3},$$

dans laquelle b est la largeur et c la hauteur de la pièce, c'est-à-dire la dimension dans le sens de laquelle la charge agit.

Dans les formules (b) et (c), on n'a pas eu égard au poids de la pièce elle-même, puisque, les flèches étant prises

par différence, ce poids fait partie de la charge permanente.

La résistance à la rupture par millimètre carré de section a été calculée, pour ces pièces, par la formule

$$R = \frac{3[P(a^2 + 1,5f^2) + \Pi(a^2 + 3f^2)]}{abc^2},$$

dans laquelle P, a, b, c et f ont les mêmes significations que dans les formules (b) et (c), et Π représente le poids de la partie de la pièce comprise entre les appuis, et qui a pu être facilement calculé d'après le poids et la longueur de la pièce entière et d'après la distance des appuis.

Enfin, la cohésion moyenne pour toutes les essences a été déterminée au moyen de la rupture des tringles par traction; et l'on verra que, pour le chêne et le sapin, elle s'accorde bien avec les valeurs trouvées au moyen de la rupture par flexion.

QUATRIÈME PARTIE.

Discussion des résultats.

Nous avons indiqué, en commençant ce Mémoire, la marche qui nous semblait la plus naturelle, et que nous nous proposions de suivre pour l'étude des propriétés mécaniques des bois.

Avant tout, nous avions à rechercher comment ils se conduisent lorsqu'ils sont soumis à des forces extérieures appliquées de différentes manières, et d'après quelles lois ont lieu les changements de formes produits; car il était possible que ces changements ne fussent pas proportionnels aux forces employées, et, dans ce cas, la définition ordinaire du coefficient d'élasticité n'aurait pas été applicable.

En outre, les premières charges auraient pu produire des altérations suffisantes dans les fibres pour modifier leurs propriétés et en changer les lois. Ce n'était donc qu'après avoir vérifié si les lois et les formules connues s'appliquaient aux bois, que nous pouvions rechercher comment les propriétés mécaniques varient dans les diverses parties d'un même arbre.

Ici, la première question qui se présentait était de s'assurer si l'orientation des différentes parties d'un arbre influe réellement sur leurs propriétés; et, en opérant sur des tringles choisies dans une même couche annuelle, mais à des orientations différentes, cette vérification pouvait se faire avant de connaître l'influence de la quantité d'eau hygrométrique, pourvu que l'on n'employât que des tringles prises dans les mêmes conditions. Il était indispensable ensuite de déterminer cette influence de l'humidité sur le volume et sur les propriétés mécaniques, et de l'exprimer par des coefficients, pour pouvoir rendre comparables les résultats de toutes les expériences qui nous restaient à faire en les ramenant à un degré d'humidité constant.

Dans ces expériences, nous avions à étudier la marche des propriétés mécaniques dans des couches placées à différentes distances du centre, dans les mêmes couches à différentes hauteurs, et enfin dans des directions différentes; puis à rechercher, pour des arbres de la même espèce, l'influence de l'âge, de l'exposition et de la nature du terrain.

Les propriétés mécaniques étant ainsi déterminées pour chaque essence, nous avions enfin à établir les relations qui peuvent exister entre elles, et à déduire toutes les conséquences pratiques, résultant de notre travail.

On trouvera dans les tableaux joints à ce Mémoire tous les éléments de nos expériences ainsi que les résultats des calculs. On verra que, pour chacune des questions que nous

nous étions posées, nous avons été amenés à faire un grand nombre d'expériences portant principalement sur les essences les plus communes dans la localité où nous opérions. En effet, dès qu'on a affaire à des corps organisés, les lois ne peuvent plus se déterminer par des recherches faites sur un seul individu, à cause des différences d'organisation que ces corps présentent toujours. Dans les bois en particulier, l'irrégularité de l'accroissement, les changements d'épaisseur et de direction qu'on rencontre quelquefois dans les couches, les nœuds et d'autres circonstances encore qu'on ne peut prévoir à l'avance, ni même toujours constater, sont autant de causes d'irrégularité dans les chiffres. Aussi, sans nous arrêter à quelques exceptions particulières, avons-nous dû chercher à reconnaître, dans l'ensemble des faits, les lois générales qui les régissent. Nous espérons y être arrivés d'une manière suffisante pour la plupart des questions relatives aux différences dans les individus et dans les espèces; mais nous n'avons pu résoudre complétement les questions relatives aux influences locales qui auraient exigé des expériences encore plus nombreuses que les nôtres, et faites dans des localités et des climats différents.

Après ce court exposé des considérations qui nous ont guidés, il nous reste à faire connaître et à discuter les résultats auxquels nous sommes arrivés :

I. On verra, par les expériences d'allongement rapportées comme exemples dans le tableau n° IV, que, pour les bois comme pour les métaux, on peut et l'on doit distinguer deux espèces d'allongement, l'allongement élastique et l'allongement permanent, et que le premier est très-sensiblement proportionnel aux charges. Le premier des allongements mesurés est quelquefois un peu en désaccord avec les autres, quoique nous ayons eu soin, avant de prendre la première mesure, de charger les tringles d'un poids suffisant pour en opérer le redressement, et qui, par consé-

quent, n'a pas été compris dans la charge produisant l'allongement élastique. Du reste, la même chose a également lieu pour les métaux.

Quant aux allongements permanents, on verra qu'ils commencent presque toujours dès les premières charges, et qu'ils croissent d'une manière irrégulière avec celles-ci ; ce qui s'explique facilement, puisqu'ils dépendent non-seulement de la grandeur de la charge, mais encore de sa durée et de la manière d'opérer. En outre, dans un certain nombre de cas, ces allongements diminuent après plusieurs charges, au lieu d'augmenter, pour ensuite reprendre leur marche ordinaire. Ces espèces de ressauts qui se présentent aussi, mais moins fréquemment, dans les métaux, paraissent être dues à une contraction brusque et irrégulière des fibres, par suite de l'enlèvement de la charge. Il résulte de ces considérations, qu'on ne saurait attribuer, en théorie, une valeur déterminée ni à la limite d'élasticité, ni à l'allongement maximum. Aussi n'avons-nous pas spécialement recherché ces données dans nos expériences. Toutefois, comme dans leur acception ordinaire, on peut les déduire des allongements mesurés, et comme elles peuvent être utiles en pratique, nous aurons soin d'en donner les moyennes dans nos conclusions.

Les tableaux n°s XVII et XVIII font voir que les mêmes règles s'appliquent également aux pièces soumises à la flexion. Les flèches permanentes sont comprises dans la colonne des flèches totales corrigées. Pour mieux faire ressortir la proportionnalité entre les flèches et les charges correspondantes, nous avons ramené toutes les expériences à une charge constante de 100 kilogrammes. Et, en effet, les flèches ainsi trouvées par le calcul s'accordent suffisamment pour qu'on ait pu se servir de leurs moyennes pour calculer le coefficient d'élasticité.

II. Les tringles que nous avons prises dans une même couche, mais dans des parties de l'arbre exposées aux quatre

points cardinaux (tableau n° VIII), n'ont présenté aucune régularité dans les différences de leurs propriétés mécaniques. En effet, pour différentes couches annuelles d'une même bille, les maxima et les minima se sont trouvés tantôt dans l'une, tantôt dans l'autre de ces directions.. Et cette irrégularité a été tellement constante dans tous les cas, qu'après avoir examiné quatorze billes différentes de chêne, hêtre, acacia, sapin et pin, nous avons cru inutile de pousser plus loin cette recherche. Aussi, lorsqu'il s'est agi de déterminer la marche des propriétés mécaniques dans les couches de ces billes, nous nous sommes servis des moyennes des quatre valeurs ainsi trouvées pour chaque couche.

Pour deux de ces billes, chêne et hêtre, nous avons non-seulement soumis à des expériences d'allongement des tringles provenant des mêmes couches annuelles, mais encore contrôlé nos résultats par la méthode de la flexion sur des cylindres d'un assez fort diamètre pris dans les expositions intermédiaires, *Pl. I, fig.* 2, c'est-à-dire dans les parties exposées au nord-est, nord-ouest, sud-est et sud-ouest.

Les résultats de ces dernières expériences, portés au tableau n° XIV, confirment en tout point ceux obtenus par l'allongement.

III. Nous avons réuni dans le tableau n° IX tous les résultats des expériences sur l'influence de l'humidité. Toutes les tringles sur lesquelles nous avons opéré ont été examinées dans trois ou quatre états différents, et le tableau présente les couches auxquelles elles appartenaient classées d'après leur distance au centre, et d'après leur degré d'humidité. Nous devons toutefois faire remarquer qu'ainsi que nous l'avons déjà dit précédemment, les mêmes tringles n'ont pas pu être employées dans tous les degrés d'humidité, et que, pour avoir des points de comparaison assez nombreux, nous avons été obligés de considérer comme identiques des tringles prises dans les mêmes couches et immédiatement

l'une à côté de l'autre. Cette identité peut toutefois ne pas avoir été toujours complète, et cette circonstance explique les anomalies qui se rencontrent quelquefois dans le tableau.

La densité diminue, en général, comme on le sait, avec la quantité d'eau contenue. Cette diminution est très-sensible toutes les fois qu'il y a une grande distance entre les degrés d'humidité. Les différences de densité que l'on trouve alors sont assez grandes pour ne pas être masquées par les causes d'erreur et par les irrégularités que nous avons déjà signalées. Aussi nous regrettons d'avoir été obligés de n'opérer que sur des tringles très-minces, afin de pouvoir comparer les couches elles-mêmes. Ces tringles se dessèchent très-vite à l'air, et il en est résulté qu'il n'y avait presque jamais un écart de plus de 10 ou 20 pour 100 entre les tringles les plus sèches et celles les plus humides. Les difficultés de déterminations précises entre des limites si rapprochées, et surtout pour les cas où nous opérions sur de petits morceaux pris aux extrémités de chaque tringle, expliquent les nombreuses anomalies que nous avons rencontrées pour la densité, et principalement dans les couches extérieures des bois résineux. Malgré ces anomalies, la marche générale des chiffres fait voir que, non-seulement la densité diminue par suite de la dessiccation, mais même proportionnellement à celle-ci.

Pour établir cette loi, que nous sommes loin de donner comme rigoureusement exacte, nous avons comparé les densités aux différents degrés de dessèchement successifs avec la densité au plus fort degré d'humidité.

Désignons par h la plus grande humidité exprimée en centièmes du poids du bois; par d, la densité correspondante. Soient h' et d' les mêmes quantités pour un moindre degré d'humidité, et, enfin, c le coefficient de variation de densité pour 1 pour 100 d'humidité; on aura

$$d' = d[1 - c(h - h')],$$

d'où

$$c = \frac{d - d'}{d(h - h')}.$$

Nous avons trouvé pour une même couche, et pour les différents degrés d'humidité, des valeurs de c assez rapprochées pour que nous ayons pu en prendre la moyenne, en omettant toutefois celles dans lesquelles la différence d'humidité ne dépassait pas 1 pour 100; et nous avons porté au tableau n° X les moyennes ainsi trouvées pour chaque couche, en marquant du signe + les cas exceptionnels, c'est-à-dire ceux dans lesquels la densité avait augmenté au lieu de diminuer. Dans ce cas, la formule donnée plus haut devient

$$d' = d[1 + c(h - h')].$$

Les valeurs de c varient notablement pour les différentes couches. Cependant il nous a paru rationnel d'établir la moyenne de tous les coefficients trouvés pour une même essence, comme chiffre applicable dans les calculs sur des arbres entiers.

La vitesse du son augmente toujours avec la dessiccation, lorsqu'on opère sur les mêmes tringles. On en trouve un exemple dans celles provenant des six billes coupées dans le sapin n° 65 (tableau n° IX), et qui n'offrent pas une seule exception à cette règle. Les exceptions qui se trouvent dans le tableau, pour les autres billes, proviennent presque toutes de ce qu'il y avait deux séries de tringles, et elles disparaissent lorsqu'on a soin de ne comparer entre elles que les tringles d'une même série: c'est-à-dire, pour la première série, celles du bois vert et celles desséchées au soleil; et, pour la seconde, celles desséchées au laboratoire et à l'étuve. Cette augmentation de la vitesse du son est sensiblement proportionnelle à la perte d'eau, et nous en avons déterminé les coefficients, pour une dessiccation de 1 pour 100, par un calcul analogue à celui dont nous nous étions servis pour les coefficients des variations de densité.

Soient v et v' les vitesses du son aux humidités h et h', h étant la plus forte des deux humidités; soit c' le coefficient de variation de la vitesse du son, on aura

$$v' = v[1 + c'(h - h')].$$

Nous avons calculé, au moyen de cette formule, les différentes valeurs de c', que nous avons trouvées, en général, constantes pour une même couche à différents degrés d'humidité. Nous en avons donc, comme pour les densités, pris les moyennes, que nous avons de même portées au tableau nº X, ainsi que les moyennes générales pour une même essence.

Quant à l'influence de l'humidité sur la valeur du coefficient d'élasticité, nous avons déjà rappelé, dans la discussion des méthodes, la formule au moyen de laquelle on déduit ce coefficient de la densité et de la vitesse du son, et nous nous en sommes servis pour calculer, dans chaque cas, les coefficients d'élasticité aux différents degrés d'humidité, portés dans le tableau nº IX.

Cette formule est

$$E = \frac{dv^2}{g}.$$

Donc, étant donné le coefficient d'élasticité E à une humidité h, on trouvera ce même coefficient E', pour une humidité moindre h', au moyen de la formule

$$E' = \frac{dv^2}{g}[1 - c(h - h')][1 + c'(h - h')]^2;$$

et, en faisant $h - h' = H$, on aura

$$E' = E(1 - cH)(1 + c'H)^2,$$

où c et c' sont déjà donnés pour chaque essence par le tableau nº X.

Cette équation donne la marche progressive du coefficient d'élasticité avec la dessiccation.

En général, d'après les valeurs résultant de nos expériences, on a $c' > c$, ou, tout au plus, $c' = c$, ainsi que cela

a lieu très-sensiblement pour le frêne. Dans ces cas, le coefficient d'élasticité augmentera constamment avec la valeur de H, c'est-à-dire avec la dessiccation.

En effet, soit $c=c'$, l'équation deviendra

$$E'=E[1+cH-(cH)^2-(cH)^3].$$

Or il résulte des valeurs trouvées pour c et c', que la quantité cH sera toujours une fraction, H ne pouvant, par sa nature même, être supérieur à 60 ou 70. Les valeurs de E' croîtront donc constamment avec celles de H; et cela aura lieu à fortiori, lorsqu'on aura $c < c'$.

Mais il n'en est plus de même si on a $c > c'$, cas que nous n'avons rencontré que dans le sapin. La marche du coefficient d'élasticité dépendra alors du rappport entre c et c'. En substituant dans la formule les valeurs de ces deux coefficients, on trouve que E' atteint un maximum pour $H=23.21$. Mais, avant d'être admise, cette conséquence de la formule aurait besoin d'être vérifiée par des expériences spéciales faites avec des dessiccations lentes, de centième en centième.

Si l'on avait $c=2c'$, cas qui ne s'est jamais présenté dans les espèces d'arbres sur lesquelles nous opérions, on trouverait

$$E'=E[1-3(c'H)^2-2(c'H)^3],$$

c'est-à-dire que l'élasticité diminuerait constamment avec la dessiccation.

Enfin, la cohésion ou la résistance à la rupture par traction augmente, dans presque tous les cas (*voir* le tableau n° IX), par suite de la dessiccation, et dans une assez forte proportion. C'est seulement lorsque la dessiccation avait été poussée jusqu'à ne laisser que 10 pour 100 d'humidité qu'il s'est présenté des diminutions de cohésion bien caractérisées. Il serait difficile de décider si elles provenaient d'une altération dans les fibres ou dans leur texture, produite par la chaleur, ou s'il faut les attribuer à ce que les

bois très-secs ne prennent presque plus d'allongement permanent; ils deviennent alors tellement peu flexibles et tellement cassants, qu'ils finissent par se rompre sous le moindre choc, ou effort transversal, dans la mise de la charge. Cette circonstance explique aussi l'opinion généralement admise de la plus grande force du bois vert, opinion énoncée par les auteurs qui n'ont soumis les bois qu'à la flexion. Nous n'avons pas cru devoir déterminer les coefficients de l'augmentation généralement observée par nous, parce que, comme nous l'avons déjà fait remarquer, les expériences de rupture offrent trop peu de précision pour permettre un calcul de ce genre.

Indépendamment des propriétés mécaniques que nous avons étudiées dans toutes les parties de notre travail, il nous a paru utile de profiter des dimensions trouvées pour les tringles à différents degrés d'humidité, pour déterminer leur contraction transversale par suite de la dessiccation. A cet effet, nous avons pris, aux mêmes degrés de dessiccation, les moyennes entre les côtés des sections carrées de toutes les tringles appartenant à une même bille. Leurs rapports, dans tous les cas où la marche a été régulière, nous ont donné les coefficients moyens de contraction pour une perte de 1 pour 100 d'humidité. Ces coefficients et les dimensions des côtés dont ils ont été déduits sont compris dans le tableau n° X. Nous avons porté en regard les moyennes pour chaque bille et pour chaque essence. Mais comme nous avons trouvé quelquefois des variations plus grandes pour les différentes billes d'une même essence que pour la plupart des différentes essences entre elles, nous avons pris la moyenne générale entre tous les cas observés; cette moyenne nous paraît devoir être employée comme chiffre pratique, jusqu'à ce que de nouvelles expériences spéciales et plus nombreuses aient été faites.

IV. Les recherches que nous venons de discuter nous ont mis à même de rendre toutes nos expériences compa-

rables, en les ramenant à un même degré de dessiccation. L'humidité de 20 pour 100 nous a paru la plus convenable comme point fixe, puisque c'est celle à laquelle arrivent, à peu de chose près, les bois par leur dessiccation spontanée. Pour opérer cette réduction, nous avons calculé les densités et les vitesses du son par interpolation entre les chiffres trouvés aux deux humidités les plus voisines de 20 pour 100, l'une au-dessus, l'autre au-dessous. Lorsque nous n'avions pas d'observation au-dessus de 20 pour 100, nous avons pris celle qui s'en rapprochait le plus, et une seconde différant de celle-ci de quelques centièmes seulement. Nous avions donc dans chaque cas quatre observations, c'est-à-dire deux densités d et deux vitesses de son v. En substituant ces valeurs dans la formule d'interpolation

$$d = a + bh \quad \text{et} \quad v = a' + b'h,$$

on a déterminé les quatre constantes, ce qui a donné la densité et la vitesse cherchées, en mettant $h = 20$. Nous avons mieux aimé suivre cette marche que de nous servir des coefficients moyens déterminés précédemment d'après toutes les expériences. En effet, ayant à rechercher, non plus la marche générale de la dessiccation, mais bien le chiffre spécial applicable à un seul degré d'humidité, nous devions, au lieu des limites les plus éloignées, prendre les observations les plus voisines de ce point fixe.

Les coefficients d'élasticité ont été calculés d'après les valeurs ainsi trouvées pour la densité et la vitesse du son : seulement, comme il était essentiel d'avoir, non les coefficients résultant des vibrations, mais ceux qui se déduisent de l'allongement, et que nous avons appelés réels, nous avons appliqué à ces premiers les coefficients de correction donnés par le tableau n° VII.

Les cohésions ont été calculées de même par interpolation. Lorsque, pour une couche, il n'y avait d'observations qu'à un seul degré d'humidité, on a cherché les coefficients

de variation pour les autres couches, de même qu'on l'avait déjà fait pour la densité et pour la vitesse du son, et l'on a adopté pour cette couche la moyenne des coefficients trouvés ainsi pour les autres couches de la même bille; et lorsque, pour toutes les couches, il n'y avait qu'une série d'observations, on s'est servi de la moyenne des coefficients trouvés pour toutes les billes de la même essence. Enfin, lorsque cela ne se pouvait pas, ou que les observations étaient à une trop grande distance de 20 pour 100, on a porté dans le tableau les cohésions correspondantes à l'humidité la plus rapprochée de cette limite.

En parcourant le tableau n° XII, on verra qu'en général la marche des propriétés mécaniques est la même dans les différentes couches d'une même bille. Ainsi la couche la plus dense est ordinairement celle qui conduit le son avec la plus grande vitesse, qui a par conséquent le coefficient d'élasticité le plus élevé, et celle aussi qui présente la plus grande cohésion. Toutefois l'exemple du hêtre n° 41 (1) fait voir que la densité et la vitesse du son vont quelquefois en sens contraire. Pour le plus grand nombre des arbres que nous avons réduits en tringles, cette marche des propriétés mécaniques du centre à la circonférence est précisément l'inverse de celle qu'on avait admise généralement jusqu'ici. En effet, pour le sapin, le pin, le charme, le frêne, l'orme, l'érable, le sycomore, le tremble, l'aune, la densité, la vitesse du son, le coefficient d'élasticité et la cohésion vont d'une manière à très-peu près constante en augmentant du centre à la circonférence. Il arrive cependant quelquefois que, pour les tringles les plus voisines de l'écorce, les chiffres qui expriment ces propriétés redescendent un peu. C'est surtout dans les bois résineux, où un grand nombre d'expériences comparatives ont été faites, que cet accroissement constant est remarquable; il est tel que, dans les gros arbres, le coefficient d'élasticité des couches extérieures est souvent le double, quelquefois même plus du double de

celui du cœur même de l'arbre. L'acacia, sans présenter la même régularité, suit, en général, la même marche que les essences précédentes.

Mais il n'en est plus de même pour le chêne et le bouleau. Dans les arbres que nous avons examinés, le maximum des propriétés mécaniques se trouve généralement dans une couche intermédiaire entre le centre et la circonférence, à environ un tiers du rayon à partir du centre. En allant du centre vers la circonférence, les propriétés mécaniques augmentent jusqu'à cette couche, pour ensuite redescendre au-dessous même de leur point de départ.

Pour le hêtre, où nous avons opéré sur deux arbres, l'un de 50, l'autre de 95 ans, les propriétés vont en sens inverse dans chacun de ces deux arbres. Elles augmentent presque régulièrement du centre à la circonférence pour celui de 50 ans, et, pour celui de 95, où la couche du centre nous manquait, elles vont en diminuant pour toutes les autres. Cette influence si marquée de l'âge, que le hêtre nous a permis de constater, doit être prise en considération dans l'appréciation des résultats trouvés pour les autres espèces. En effet, les deux chênes que nous avons examinés avaient 95 et 164 ans, le bouleau 114; les autres arbres, de 26 à 61 ans, excepté un gros sapin de 110 ans. Ne faut-il pas en conclure que, pour les arbres à aubier, c'est-à-dire ceux dont les couches les plus anciennes s'oblitèrent avec l'âge pour former ce qu'on appelle le bois de cœur, tels que le chêne, le hêtre, etc., il y a une certaine époque de la vie où la modification introduite par l'âge dans l'état relatif de leurs couches amène une inversion dans la marche des propriétés mécaniques; tandis que pour les essences dont toutes les couches restent perméables aux liquides, telles que les bois résineux et la plupart des bois blancs, ces propriétés vont toujours en croissant du centre à la circonférence, quel que soit l'âge des arbres?

Nous n'avons pas fait entrer dans les considérations pré-

cédentes les résultats concernant le peuplier, parce que l'arbre dont nous nous sommes servis était malade à la base.

Pour embrasser d'un coup d'œil la marche de chacune de ces propriétés dans les couches successives de chaque bille, on peut reproduire graphiquement les résultats de nos expériences. En prenant les couches annuelles pour abscisses, et leurs densités, vitesses du son, coefficients d'élasticité ou cohésions pour ordonnées, on obtient des courbes correspondant à chacune de ces propriétés et donnant leur marche relative dans chaque bille, ou la marche relative de l'une de ces propriétés dans des billes différentes.

V. La recherche des différences que les propriétés mécaniques présentent suivant la hauteur dans l'arbre est une des questions les plus importantes que nous avions à traiter, soit qu'on les considère dans le sens des fibres, pour une seule couche ou pour la masse entière de l'arbre, soit qu'on les étudie dans des directions perpendiculaires à celle-ci. Tous les résultats qui ont rapport à cette question sont réunis dans le tableau n° XVI; mais ce tableau n'étant lui-même qu'un résumé de ceux qui le précèdent, ce n'est qu'après avoir expliqué comment ceux-ci ont été établis, que nous pourrons en aborder la discussion.

Nous avons déjà vu que le tableau n° XII donne les valeurs des densités, coefficients d'élasticité et cohésions pour chaque couche, ramenés à 20 pour 100 d'humidité; mais il fallait déduire des valeurs trouvées pour chacune les chiffres moyens applicables à la bille entière, afin de pouvoir, non-seulement comparer la méthode de l'allongement à celle de la flexion, mais encore toutes les billes d'un même arbre entre elles, qu'elles aient été disséquées ou non. Pour cela, nous avons mesuré (*voir* le tableau n° XIII) les rayons des billes et les épaisseurs des anneaux successifs au milieu desquels les tringles avaient été prises, et, en admettant que les propriétés de chaque tringle s'appliquent à toutes les couches voisines qui composent le même anneau,

nous n'avions qu'à multiplier la densité, le coefficient d'élasticité et la cohésion de chaque anneau par son aire, à faire la somme de ces produits, et à la diviser par la section de la bille entière pour avoir les moyennes cherchées. Ces moyennes sont portées dans les trois dernières colonnes du tableau n° XII. Nous n'avons pas pu faire de calcul analogue pour la vitesse du son, parce que ce serait un problème à part que de la déterminer pour un cylindre composé de couches concentriques douées de vitesses du son différentes.

Le tableau n° XIV contient les données et les résultats de toutes les expériences faites par la flexion sur les billes, le degré d'humidité de celles-ci, les densités et les coefficients d'élasticité trouvés par les expériences, et leurs valeurs ramenées à 20 pour 100 d'humidité, au moyen des coefficients précédemment calculés. Parmi ces billes, il y en a plusieurs qui proviennent d'un même arbre à différentes hauteurs, et qui ont dû, par conséquent, être comprises dans le tableau n° XVI.

Le tableau n° XV contient de même les données et les résultats des expériences faites, au moyen des vibrations transversales et de la rupture par traction, sur les barreaux pris perpendiculairement à la direction des fibres, à la hauteur des différentes billes, dans le sens du rayon et dans celui de la tangente aux couches annuelles.

Enfin, on trouve dans le tableau n° XVI :

(*a*). Les valeurs des propriétés mécaniques dans le sens des fibres pour une même couche ligneuse à différentes hauteurs. Afin de pouvoir faire cette recherche, nous avions, dans la dissection, pris les tringles dans les mêmes couches des différentes billes appartenant au même arbre, ce qui a été facile, en les comptant à partir de la circonférence. Ces tringles correspondantes sont désignées, non par les chiffres contenus dans les tableaux précédents,

mais par les lettres *a*, *b*, *c*, *d*; *a* étant la tringle la plus voisine de l'écorce.

(*b*). Les propriétés mécaniques des billes entières, soit qu'elles aient été obtenues directement par la flexion, soit qu'elles aient été déduites de l'allongement des tringles. Les billes sont rangées d'après leur hauteur dans l'arbre, à partir de la base.

(*c*). Les propriétés mécaniques dans le sens du rayon, à différentes hauteurs.

(*d*). Ces mêmes propriétés dans le sens de la tangente aux couches ligneuses.

Les chiffres contenus dans ce tableau font voir qu'en général les propriétés mécaniques diminuent avec la hauteur dans un même arbre pour toutes les couches annuelles examinées séparément dans le sens des fibres. Cette diminution est assez considérable, et on la retrouve également dans les barreaux pris dans les deux directions perpendiculaires à l'axe de l'arbre; mais, lorsqu'on compare entre elles, dans le sens des fibres, les billes entières coupées à différentes hauteurs, on n'obtient plus cette marche régulière, ce qui, du reste, aurait pu se prévoir à priori. En effet, nous avons vu que, pour certains arbres, les propriétés mécaniques sont les plus faibles dans les couches extérieures; d'un autre côté, elles vont également en diminuant de la base vers la cime pour chaque couche : et puisque ce sont seulement les couches extérieures qui se continuent jusqu'en haut, il est évident que la partie supérieure de la tige formée par leur ensemble devra, pour ces arbres, être douée de propriétés inférieures à celles de la base. C'est aussi ce qui a lieu pour le chêne n° 34. Mais il n'en est plus de même pour les arbres dont les couches extérieures sont les plus fortes. Dans ceux-ci, le rapport entre les valeurs des propriétés des billes prises à la base et de celles prises au sommet, dépendra du rapport entre la loi d'accroissement dans les différentes couches du centre à

la circonférence, et la loi de décroissement dans une même couche de la base au sommet. Il pourra donc y avoir, pour ces arbres, augmentation, constance ou diminution, et c'est, en effet, ce qui a lieu. Toutefois, dans les expériences que nous avons faites, les cas de diminution ont été les plus nombreux.

VI. Nous venons de faire voir comment l'élasticité varie avec la hauteur, non-seulement dans le sens de l'axe de l'arbre, mais aussi suivant le rayon et la tangente. Il est bien entendu que nous sommes loin de considérer aucune de ces lignes comme de véritables axes d'élasticité; car, pour que cette désignation leur fût applicable, il faudrait que l'élasticité restât la même, non-seulement dans toute la longueur de chacune d'elles, mais encore dans toutes leurs parallèles. Or rien de pareil n'a lieu dans le bois : l'élasticité varie avec la hauteur; elle varie de couche en couche, et enfin dans une même diamétrale suivant la distance du barreau au centre : c'est ce que démontre l'exemple du barreau R pris à la base du pin n° 31 (*voir* tableau n° XV). Ce barreau, après avoir été examiné en entier, a été coupé en deux parties égales, dont l'une, *a*, allait du centre de l'arbre à la moitié du rayon, et l'autre, *b*, de ce point à la circonférence. Le coefficient d'élasticité de cette dernière partie a été trouvé plus élevé que celui de la première, ce qui est bien d'accord avec la marche de l'élasticité dans les couches de cet arbre. On conçoit que l'on doit rencontrer des différences du même ordre selon que l'on prend un barreau tangentiel plus ou moins près de la circonférence. Nous n'en avons pas moins recherché les rapports des élasticités et des cohésions dans ces trois sens, à cause de l'importance pratique de ces données.

Ces rapports (tableau n° XVI) restent sensiblement les mêmes à différentes hauteurs dans un même arbre; mais ils varient avec les espèces. Lorsqu'on prend pour unités l'élasticité et la cohésion moyenne dans le sens des fibres, on

trouve en moyenne générale, pour les coefficients d'élasticité dans le sens du rayon et de la tangente, les nombres 0,165 et 0,091 ; et pour les cohésions suivant ces deux directions, 0,163 et 0,159.

VII à X. Nous avons déjà dit, en parlant du choix des arbres, que nous avions pris différentes séries de chênes, de hêtres, de sapins et de pins, au moyen desquelles nous espérions arriver à reconnaître l'influence qu'exercent sur les propriétés mécaniques des arbres, l'âge, l'épaisseur des couches, l'exposition, la nature du terrain et l'époque de l'abatage. Dans la discussion des méthodes, nous avons fait connaître les difficultés qui se sont présentées pour l'application des formules connues aux flèches données par la flexion des billes des bois résineux, et qui ne nous permettent pas de rien conclure, quant à présent, de cette partie de nos expériences; mais nous avons pu remplacer, en partie au moins, la série des billes de sapin par les pièces de cette essence qui ont été équarries dans les dimensions de la pratique, et avoir ainsi quelques résultats comparatifs pour les bois résineux.

Le tableau n° XIX contient :

1°. Les valeurs trouvées pour les densités et les coefficients d'élasticité des billes de chêne et de hêtre, et ramenées à 20 pour 100 d'humidité : ces chiffres sont classés d'après l'âge des arbres et leur provenance, de manière à rendre la discussion plus facile ;

2°. Les valeurs des densités, coefficients d'élasticité et cohésions des pièces équarries de sapin, classées de même d'après leur provenance et leur grosseur. Nous manquions ici de deux données : le degré d'humidité, qui n'a pas été déterminé pour ces pièces, et l'âge des arbres. Mais on peut admettre que l'âge était sensiblement proportionnel à la grosseur, et que le degré d'humidité se rapprochait de 20 pour 100, ces pièces ayant un an de coupe.

Ce tableau fait voir que, dans la limite de nos expériences

au moins, la densité a été complétement indépendante des influences que nous recherchions, et que ses variations pour des arbres de même essence sont peu importantes. Elle ne présente de différences un peu fortes que pour le sapin : ce qu'il faut attribuer à ce que ces valeurs ne sont point ramenées à un degré constant d'humidité.

Il n'en est pas de même du coefficient d'élasticité, qui paraît diminuer à mesure que l'âge des arbres augmente. Cette diminution a été constante pour les chênes pris dans des circonstances comparables. Elle a lieu aussi pour le sapin et pour le hêtre, quoique d'une manière moins évidente pour cette dernière essence.

Le plus ou moins de sécheresse, et l'exposition du terrain dans lequel les arbres ont poussé, paraissent aussi réagir sur la valeur du coefficient d'élasticité. Ainsi les bois venus aux expositions nord, nord-est, nord-ouest, et dans les terrains secs, ont toujours un coefficient élevé, et d'autant plus fort que ces deux conditions se trouvent réunies; tandis que les arbres venus dans des terrains fangeux présentent, à quelques exceptions près, les coefficients les plus faibles. C'est surtout sur le hêtre que l'effet de ces circonstances est le plus marqué.

L'âge et l'exposition influent sur la cohésion des pièces de sapin comme sur leur élasticité, et dans le même sens; ce qui fait voir que, sous ce rapport, comme sous beaucoup d'autres, la marche de la cohésion s'accorde avec celle de l'élasticité.

Les coefficients d'élasticité des hêtres venus dans le grès vosgien sont tous plus forts, pour des arbres comparables, que ceux des hêtres venus dans le grès bigarré et dans le muschelkalk. Nous n'avons rien trouvé de semblable pour le chêne, et l'on sait que nous n'avons eu à notre disposition que des sapins du grès vosgien. Il serait difficile de tirer une conclusion générale de l'exemple du hêtre seul, quelque constants et quelque marqués qu'aient été les résultats. En

effet, on a déjà vu combien la sécheresse du sol influe sur l'élasticité de cet arbre; il serait donc possible que la grande perméabilité des couches supérieures du grès vosgien, qui ne leur permet pas de retenir longtemps les eaux pluviales, soit en partie cause de la plus grande élasticité des hêtres venus dans les terrains de cette formation.

Les arbres qui avaient été coupés en pleine séve, et dont les uns avaient été écorcés et exposés au soleil, les autres non écorcés et conduits immédiatement sous le hangar où étaient réunies les billes coupées avant la séve, ne nous ont rien présenté de particulier. Mais, comme nous n'avons pris qu'un petit nombre d'arbres dans ces conditions, il faudrait de nouvelles expériences spéciales et nombreuses pour déterminer l'influence de l'abatage en séve. Nous pouvons toutefois conclure des nôtres que le coefficient d'élasticité des bois n'est pas sensiblement modifié par l'époque de leur abatage. Il n'en est probablement pas de même quant à leur conservation; mais cette question est complétement en dehors de celles que nous avions à étudier dans ce travail.

Nous avions enfin à rechercher l'influence de l'épaisseur des couches ligneuses sur les propriétés mécaniques des bois. Nous l'avons fait en déterminant l'épaisseur moyenne des couches de chaque bille, et nous avons trouvé qu'elle variait d'une manière tout à fait indépendante de la marche de ces propriétés. Mais, comme il était possible que cela fût dû à la position relative et à l'alternance des couches minces, et des couches plus épaisses qui se trouvent dans presque tous les arbres, nous avons cherché ensuite ce qui avait lieu pour les tringles qui ne comprenaient que des couches de même épaisseur et en petit nombre. Le sapin seul nous a présenté une relation entre l'épaisseur des couches et leur élasticité; celle-ci est d'autant plus forte que les couches sont plus minces, et la marche de cet amincissement est ordinairement la même que celle de l'augmentation du

coefficient d'élasticité dans l'arbre. Cependant, pour des couches de même largeur à différentes distances du centre, l'élasticité est toujours plus forte dans celles qui en sont le plus éloignées. L'amincissement des couches n'est donc pas la cause première de cette augmentation d'élasticité qu'on trouve dans les sapins, en allant du centre à la circonférence.

D'après ce qui précède, il y a lieu de croire que la qualité supérieure des pins du Nord ne doit pas être attribuée exclusivement au peu d'épaisseur de leurs couches ligneuses, et qu'elle provient en grande partie du climat et du terrain dans lequel ils ont végété.

XI. Nous avons déjà fait remarquer que, dans un même arbre et au même degré d'humidité, les propriétés marchent, en général, dans le même sens. Ainsi, la couche qui, à une certaine hauteur, présente la plus grande densité, est douée ordinairement aussi de la plus grande élasticité et de la plus forte cohésion. Ce résultat trouvé sur les tringles a été confirmé, quant au rapport entre la densité et la cohésion, par des expériences spéciales faites sur six sapins, dont trois avaient été débités en planches, et les autres en madriers. Les *fig.* 1 à 6 de la *Pl. II* donnent les positions relatives de ces pièces dans les arbres, leurs dimensions, leurs poids absolus Π et les charges P qui ont produit la rupture d'après la méthode et avec l'appareil précédemment décrits pour des pièces de ce genre.

Ce rapport des différentes propriétés mécaniques entre elles, trop irrégulier déjà dans un même arbre, et trop peu constant pour pouvoir être exprimé par une formule, ne se retrouve, lorsqu'on compare entre eux des arbres de la même essence, qu'entre l'élasticité et la cohésion; il disparaît complétement lorsqu'on établit cette comparaison entre les chiffres moyens trouvés pour les différentes espèces d'arbres. Il est vrai que le pin et le peuplier, dont la densité est très-faible, offrent les coefficients d'élasticité, les

limites d'élasticité et les cohésions les plus faibles ; mais, d'un autre côté, le sapin, qui est de même très-peu dense, a un coefficient d'élasticité très-élevé ; le charme et le hêtre, qui ont un grand poids spécifique, n'ont, au contraire, qu'une faible cohésion ; et enfin l'acacia, supérieur à toutes les essences quant à l'élasticité et à la cohésion, a une densité inférieure à celle de plusieurs d'entre elles.

XII. Avant de donner les chiffres moyens résultant de toutes nos expériences, et que nous considérons comme les plus propres aux applications pratiques, nous devons revenir sur la limite d'élasticité et l'allongement permanent maximum dont nous n'avons parlé jusqu'à présent que pour faire remarquer qu'il est impossible d'en déterminer les valeurs d'une manière précise, et que les résultats doivent évidemment différer suivant l'exactitude des instruments employés et la manière d'opérer.

Nous avons pris pour expression de la limite d'élasticité le poids en kilogrammes par millimètre carré de section, qui, après avoir agi pendant un assez court espace de temps, produit par extension un allongement permanent proportionnel de 0,00005. Nous avons choisi cette limite, afin que nos chiffres pussent être comparables avec ceux donnés par d'autres auteurs. On aurait évidemment trouvé des limites de beaucoup inférieures en s'arrêtant aux premiers allongements permanents mesurables.

Les chiffres suivants feront voir l'influence du degré d'humidité sur la valeur de cette limite :

Limites d'élasticité.

ESPÈCE.	BOIS VERT.	BOIS DESSÉCHÉ dans un local clos.	à l'air et au soleil.
Acacia	"	3,175	3,188
Sapin	"	1,597	2,153
Charme	1,282	"	"
Bouleau	0,761	"	1,617
Hêtre	"	2,018	2,317
Chêne à glands sessiles	"	1,936	2,349
Pin sylvestre	"	1,391	1,633
Orme	0,987	"	1,842
Sycomore	1,647	"	2,303
Frêne	1,726	"	2,029
Aune	1,449	"	1,809
Tremble	2,302	"	3,082
Érable	"	"	2,715
Peuplier	"	1,200	1,484

On voit que cette valeur s'élève avec la dessiccation : ce qui explique pourquoi les bois très-humides prennent, plus facilement que les bois secs, des courbures permanentes.

Dans les bois fortement desséchés à l'étuve, la limite d'élasticité coïncide presque avec la charge qui produit la rupture, c'est-à-dire que, dans ce cas, les bois ne peuvent presque plus prendre d'allongements permanents.

L'allongement maximum se compose de deux parties : l'une élastique, facile à calculer, dans chaque cas, d'après le coefficient d'élasticité et d'après la charge qui produit la rupture; l'autre, permanente, qui est très-petite pour les bois. Nous avons trouvé que, dans le bois vert, cette dernière est tout au plus de 0,0007, et, dans le bois desséché, de 0,00032. Il était donc inutile de la donner séparément pour chaque essence. On remarquera seulement qu'elle diminue avec la dessiccation, c'est-à-dire que, plus les bois sont secs, moins ils peuvent s'allonger.

Voici maintenant les données pratiques résultant de notre travail :

Moyennes résultant des expériences faites dans le sens des fibres sur plusieurs arbres de la même espèce, et ramenées à 20 pour 100 d'humidité.

ESPÈCE.	DENSITÉ.	VITESSE du son.	COEFFICIENT d'élasticité.	RAPPORT entre le coefficient d'élasticité déduit des vibrations et celui trouvé par allongement.	LIMITE d'élasticité.	COHÉSION.	POUR UNE PERTE DE 1 POUR 100 D'HUMIDITÉ : Coefficient de la contraction transversale.	Coefficients de variation de la densité.	Coefficients de variation de la vitesse du son.
Acacia	0,717	14,19	1261,9	1,193	3,188	7,93	0,00300	0,00555	0,00576
Sapin	0,493	13,96	1113,2	1,056	2,153	4,18(*)	0,00467	0,01026	0,00798
Charme	0,756	11,80	1085,7	1,105	1,282	2,99	0,00149	0,00743	0,00951
Bouleau	0,812	13,32	997,2	1,212	1,617	4,30	0,00347	0,00422	0,00943
Hêtre	0,823	10,06	980,4	1,087	2,317	3,57	0,00412	0,00486	0,01068
Chêne à glands pédonculés	0,808	"	977,8	"	"	6,49	"	"	"
Chêne à glands sessiles	0,872	11,58	921,3	1,117	2,349	5,66	0,00461	0,00427	0,00805
Pin sylvestre	0,559	10,00	564,1	1,086	1,633	2,48	0,01093	0,01056	0,01369

Moyennes résultant des expériences faites dans le sens des fibres sur un seul arbre pour chaque espèce, et ramenées à 20 pour 100 d'humidité.

ESPÈCE.	DENSITÉ.	VITESSE du son.	COEFFICIENT d'élasticité.	RAPPORT	LIMITE d'élasticité.	COHÉSION.	Coefficient de la contraction transversale.	Coefficient de variation de la densité.	Coefficient de variation de la vitesse du son.
Orme	0,723	12,40	1165,3	1,175	1,842	6,99	0,00294	0,00386	0,01006
Sycomore	0,692	13,43	1163,8	1,139	2,303	6,16	0,00312	0,00423	0,00540
Frêne	0,697	14,05	1121,4	1,246	2,029	6,78	0,00121	0,00501	0,00489
Aune	0,601	13,95	1108,1	1,121	1,809	4,54	0,00280	0,00410	0,00897
Tremble	0,602	15,30	1075,9	1,035	3,082	7,20	0,00385	0,00230	0,00803
Érable	0,674	12,36	1021,4	1,068	2,715	3,58	0,00328	0,00363	0,00929
Peuplier	0,477	12,89	517,2	1,007	1,484	1,97	0,00583	0,00450	0,00592

NOTA — Les vitesses du son données ici sont les moyennes des vitesses trouvées directement sur les tringles, tandis que les coefficients d'élasticité sont déduits de l'ensemble de nos expériences ; ce ne sont donc pas des valeurs correspondantes.

(*) Le chiffre 4,18 donné pour la cohésion du sapin ne comprend pas les résultats des expériences spéciales aux madriers et aux planches, dans lesquelles les flèches n'avaient pas été mesurées ; en leur appliquant la formule approximative $R = \left(P + \frac{\Pi}{2}\right)\frac{3a}{bc^2}$, on trouve, en moyenne, pour la cohésion des madriers, 5,88, et, pour celle des planches, 6,50.

Expériences faites dans le sens du rayon et dans celui de la tangente.

ESPÈCE.	DANS LE SENS DU RAYON.			DANS LE SENS DE LA TANGENTE.		
	COEFFICIENT d'élasticité.	VITESSE du son.	COHÉSION.	COEFFICIENT d'élasticité.	VITESSE du son.	COHÉSION.
Charme......	208,4	5,14	1,007	103,4	3,60	0,608
Tremble.....	107,6	4,86	0,171	43,7	2,74	0,414
Aune........	98,3	4,12	0,329	59,4	3,14	0,175
Sycomore	134,9	4,51	0,522	80,5	3,42	0,610
Érable.......	157,1	4,63	0,716	72,7	3,12	0,371
Chêne.	188,7	4,62	0,582	129,8	3,88	0,406
Bouleau......	81,1	3,23	0,823	155,2	4,57	1,063
Hêtre........	269,7	5,53	0,885	159,3	4,26	0,752
Frêne...	111,3	4,19	0,218	102,0	3,80	0,408
Orme........	122,6	4,28	0,345	63,4	3,05	0,366
Peuplier.	73,3	4,22	0,146	38,9	3,16	0,214
Acacia.......	170,3	4,44	"	152,2	4,07	1,231
Sapin........	94,5	4,02	0,220	34,1	2,36	0,297
Pin sylvestre..	97,7	4,23	0,256	28,6	2,39	0,196

Expériences sur les pièces, madriers et planches de sapin.

DÉSIGNATION usuelle.	NOMBRE de pièces.	DISTANCE des appuis en mètres	LONGUEUR en mètres.	LARGEUR en centimètres.	ÉPAISSEUR en centimètres.	POIDS ABSOLU en kilogramm.	POIDS spécifique.	COEFFICIENT d'élasticité.	CHARGE en kilogrammes produisant la rupture.
11 à 12.......	1	m 13,00	14,00	28,99	32,41	697,00	0,530	1136,7	6404
9 à 10.......	1	11,00	13,00	25,46	28,35	475,00	0,506	1156,7	5394
8 à 9......	3	9,00	10,48	22,30	24,30	310,75	0,548	1026,9	3447
6 à 7......	3	9,00	10,46	16,99	19,63	183,50	0,525	1245,0	2082
Chevron......	3	9,00	10,47	9,27	12,31	57,48	0,431	1257,6	517
Madrier......	15	3,02	4,24	24,63	5,40	27,79	0,493	1089,8	917
Planche......	42	3,02	4,25	24,13	2,78	13,74	0,479	1202,2	264

Expériences sur les pièces, madriers et planches de chêne.

DÉSIGNATION usuelle.	NOMBRE de pièces.	DISTANCE des appuis en mètres	LONGUEUR en mètres.	LARGEUR en centimètres.	ÉPAISSEUR en centimètres.	POIDS ABSOLU en kilogramm.	POIDS spécifique.	COEFFICIENT d'élasticité.	CHARGE en kilogrammes produisant la rupture.	
$8\frac{1}{2}$ à $9\frac{1}{2}$.....	1	5,50	5,87	23,18	25,28	346,70	1,008	825,1	7889	Chêne à glands sessiles.
8 à 9........	1	5,50	6,11	21,67	23,67	300,30	0,958	822,3	7189	
7 à 8........	1	5,50	7,06	19,07	22,00	273,20	0,922	858,9	5225	
6 à 7........	1	5,50	6,82	15,99	18,90	191,30	0,928	1007,0	5525	
5 à 6........	1	5,50	6,54	13,67	16,10	141,70	0,985	638,1	2225	
Chevron......	1	3,00	4,01	8,28	8,14	17,20	0,636	601,3	540	Chêne à glands pédonculés.
Chevron......	1	2,50	4,00	7,82	8,04	19,10	0,759	774,3	735	
Doublette.....	1	5,50	6,50	29,34	5,46	71,30	0,685	965,8	435	
Échantillon...	1	3,00	3,65	14,34	4,22	18,20	0,824	1210,7	375	
Entrevous....	1	3,00	3,37	24,22	2,82	16,40	0,712	1251,2	335	

Il n'est pas toujours possible de conclure à priori, des chiffres que nous venons de donner, quel sera le meilleur emploi des bois dans la pratique. En effet, cet emploi dépend souvent, en outre, de leur roideur, de leur résistance à la compression et à la torsion, de leur dureté, de leur structure, etc., et surtout de leur durée. Nous devons rappeler aussi que, nos expériences n'ayant porté que sur des arbres venus dans les Vosges, c'est seulement à des bois de cette provenance que nos résultats sont rigoureusement applicables.

L'acacia est l'espèce qui est douée des qualités les plus éminentes sous tous les rapports; il réunit la plus forte cohésion, le coefficient et la limite d'élasticité les plus élevés à une grande dureté et à une longue durée. Ce bois, d'un usage très-restreint jusqu'à présent, pourrait donc être employé très-utilement dans beaucoup de cas, et offrir une ressource précieuse pour les traverses des chemins de fer, surtout à cause de son rapide accroissement et de la facilité avec laquelle il vient dans la plupart des terrains. Il pourrait, en effet, être cultivé sur les berges et dans les terrains vagues de ces chemins, sur les lieux mêmes où il serait utilisé plus tard.

Le sapin distique se range après l'acacia quant à la grandeur du coefficient d'élasticité, et sa cohésion, quoique inférieure à celle de plusieurs autres essences, est cependant assez forte pour que son emploi soit très-avantageux toutes les fois qu'il s'agira d'obtenir une grande résistance élastique avec une pièce d'un poids relativement petit. Son peu d'élasticité et de cohésion dans le sens du rayon et celui de la tangente le rendent, au contraire, moins propre à résister à l'arrachement et à la compression transversale. Du reste, comme les plus fortes couches ligneuses des sapins sont voisines de la circonférence, il faudrait employer autant que possible ces arbres dans leur forme naturelle, au lieu de les équarrir, ainsi qu'on le fait ordinairement. Par

la même raison, lorsqu'on les débite en planches et en madriers, les pièces les plus voisines de la circonférence sont aussi les meilleures; et lorsqu'on aura à employer des bois refendus par le milieu, il sera préférable de les placer de manière à ce que le plus grand effort s'exerce sur la partie extérieure.

Le chêne offre cette particularité, que, sans présenter le chiffre le plus élevé pour aucune des propriétés mécaniques, il les réunit cependant toutes à un degré fort remarquable. Cet ensemble de qualités le rend également propre à presque tous les emplois, et explique le rôle important qu'il joue dans la pratique. La préférence qu'on donne au bois de cœur sur l'aubier, et au bois du pied de l'arbre sur celui de la cime, est parfaitement motivée pour le chêne, puisque c'est dans ces parties que les propriétés mécaniques atteignent leur maximum. Ajoutons que, d'après nos expériences, le bois provenant d'un jeune arbre est, à grosseur égale, plus fort que celui d'un arbre plus âgé, et que le chêne à glands pédonculés est de même plus fort que le chêne à glands sessiles.

Le charme, le hêtre et le bouleau ont des coefficients d'élasticité un peu supérieurs ou égaux à ceux des deux variétés de chêne; mais leur cohésion est beaucoup plus faible, et il en est de même de leur limite d'élasticité, le hêtre excepté. Ces arbres sont surtout remarquables par leur grande élasticité et leur grande cohésion dans les deux directions perpendiculaires aux fibres. Sous ce rapport, ils pourraient être d'un très-bon emploi dans les chemins de fer, pourvu que l'on arrive à assurer leur conservation sans altérer leurs propriétés mécaniques. Cette force dans les directions transversales est aussi ce qui les rend propres à donner de très-bonnes dents de roue, et l'ordre suivant lequel les praticiens les rangent à cet égard s'accorde avec les valeurs de leur cohésion dans le sens du rayon.

Le pin sylvestre nous a donné des chiffres plus faibles

que toutes les autres essences, à l'exception du peuplier. Cette infériorité nous a d'autant plus surpris, qu'en ce qui concerne l'élasticité au moins, le pin est, en général, considéré comme analogue et quelquefois même supérieur au sapin. Mais avant d'admettre ces chiffres comme la véritable expression des propriétés mécaniques des pins des Vosges, il serait nécessaire de pouvoir faire de nouvelles expériences sur des arbres de cette espèce venus en massifs. Nous n'avons trouvé, en effet, dans les forêts dont nous avons tiré nos arbres, que des sujets isolés dont l'accroissement avait été fort rapide, et l'administration forestière n'a pas cru devoir nous accorder un arbre venu dans les belles futaies de pins qui se trouvaient dans notre voisinage, ce qui nous aurait permis de faire cette expérience comparative.

Pour les autres espèces, nous n'avons examiné qu'un arbre de chacune, et encore n'avons-nous pu, dans quelques cas, nous les procurer que d'un âge ou d'un diamètre peu élevé : aussi nous bornons-nous à donner les chiffres auxquels nous sommes arrivés, sans vouloir nous en servir pour motiver des considérations pratiques, et d'autant plus que quelques-uns des résultats, la cohésion du tremble par exemple, sont en opposition avec les opinions reçues sur la valeur relative de ces espèces. Abstraction faite de ce chiffre pour le tremble, on peut ranger ces essences dans l'ordre suivant, d'après leurs propriétés mécaniques :

Orme.
Frêne.
Sycomore.
Aune.
Tremble.
Érable.
Peuplier.

CINQUIÈME PARTIE.

Conclusions.

De tout ce qui précède, nous croyons pouvoir tirer les conclusions suivantes :

1°. Les valeurs des coefficients d'élasticité et des vitesses du son, déduites des vibrations, sont supérieures aux chiffres que l'on trouve au moyen de l'allongement. Les rapports des nombres donnés par ces deux méthodes sont sensiblement les mêmes pour des arbres de la même espèce, quel que soit leur degré d'humidité; ils servent à trouver le coefficient d'élasticité réel au moyen de la vitesse réelle du son, et réciproquement.

2°. Les allongements produits par l'action de charges dans le sens des fibres se composent d'une partie élastique qui est très-sensiblement proportionnelle aux charges, et d'une partie permanente, mesurable même pour des charges relativement petites, et dont la grandeur varie non-seulement avec la charge, mais encore suivant le temps pendant lequel cette dernière agit.

3°. Cette loi s'applique également aux flèches que prennent même de très-fortes pièces, lorsque, étant posées par leurs extrémités sur deux appuis, on les charge par le milieu de poids successivement croissants.

4°. Les coefficients d'élasticité trouvés par la flexion d'une bille de 2 mètres de longueur s'accordent généralement bien avec les coefficients moyens qui se déduisent des expériences d'allongement sur un grand nombre de tringles provenant de cette bille. Toutefois cet accord n'a pas lieu pour les arbres résineux; les flèches de ceux-ci sont toujours

beaucoup plus grandes qu'elles ne devraient l'être d'après l'allongement des tringles.

Lorsque la longueur des pièces est très-considérable par rapport à leur section, les chiffres donnés par la flexion se rapprochent toujours beaucoup de ceux trouvés par allongement, quelle que soit, du reste, la nature de l'arbre.

5°. Des tringles prises dans les mêmes couches annuelles, en différents points, mais à la même hauteur, présentent bien quelques différences dans leurs propriétés mécaniques, mais sans qu'il y ait aucune relation entre les variations observées et la position primitive des tringles dans l'arbre, par rapport aux points cardinaux.

6°. La densité diminue, en général, avec la dessiccation, et proportionnellement à celle-ci. Si l'on désigne par d et d' les densités aux humidités h et h', h étant plus grand que h'; par c, le coefficient de variation de la densité pour une perte d'eau de 1 pour 100, et si l'on met $h - h' = \mathrm{H}$, on a

$$d' = d(1 - c\mathrm{H}).$$

La vitesse du son augmente avec la dessiccation, et proportionnellement à celle-ci. Soient v et v' les vitesses du son aux humidités h et h', et c' le coefficient de variation de la vitesse du son pour une perte d'eau de 1 pour 100; on aura

$$v' = v(1 + c'\mathrm{H}).$$

Le coefficient d'élasticité augmente avec la dessiccation, d'après la formule

$$\mathrm{E}' = \mathrm{E}(1 - c\mathrm{H})(1 + c'\mathrm{H})^2.$$

Les valeurs relatives de c et c' sont telles pour toutes les espèces que nous avons soumises à l'expérience, que E' croît en même temps que H.

La limite d'élasticité s'élève, et l'allongement maximum diminue avec la dessiccation (nous prenons ici ces deux propriétés dans leur acception usuelle).

La cohésion augmente, dans presque tous les cas, avec les pertes d'eau successives et dans une proportion assez forte; mais cette donnée est, par sa nature même, trop variable pour qu'on puisse soumettre ce résultat au calcul. Lorsque la dessiccation a été poussée artificiellement jusqu'à ne laisser que 10 pour 100 d'eau dans le bois, celui-ci devient tellement cassant, qu'il n'est plus possible de faire des expériences de rupture quelque peu précises.

7°. Les propriétés mécaniques augmentent d'une manière constante, et quelquefois même dans une très-forte proportion, du centre à la circonférence, pour le sapin, quel que soit son âge, pour le pin, le charme, le frêne, l'orme, l'érable, le sycomore, le tremble, l'aune, et en partie pour l'acacia. Cette augmentation paraît être indépendante de l'âge dans les bois résineux, et, en général, dans les espèces dont les couches restent toujours perméables aux liquides. Dans le vieux chêne et le vieux bouleau, les propriétés suivent une marche inverse, c'est-à-dire qu'après avoir augmenté jusqu'au tiers du rayon, elles redescendent ensuite jusqu'à la circonférence. Enfin, dans le hêtre, on trouve la marche ascendante pour un jeune arbre, et la marche décroissante pour un arbre plus âgé, ce qui semblerait indiquer que, dans les arbres dont les couches les plus anciennes s'oblitèrent pour former le bois de cœur, cette transformation modifie la marche des propriétés.

8°. Pour chaque couche annuelle, prise séparément, les propriétés mécaniques diminuent avec la hauteur dans l'arbre; il en est de même dans les directions perpendiculaires à l'axe.

Pour l'ensemble de la tige, il ne peut y avoir que diminution, avec la hauteur, dans les espèces dont les couches les plus faibles sont à la circonférence; et c'est, en effet, ce qui a lieu pour le chêne. Mais, dans les autres espèces, il peut y avoir diminution, constance ou augmentation, selon les rapports entre la loi d'accroissement du centre à la

circonférence et la loi de décroissement dans les couches, depuis la base jusqu'à la cime.

Toutefois, les cas de diminution avec la hauteur sont, en général, les plus nombreux.

9°. Les rapports entre l'élasticité et la cohésion, dans le sens des fibres, et les mêmes propriétés dans le sens du rayon et de la tangente, ne varient pas sensiblement avec la hauteur dans un même arbre, ni dans des arbres de même espèce, mais bien lorsqu'on compare les diverses espèces entre elles.

En moyenne, lorsqu'on prend pour unités les coefficients d'élasticité et les cohésions moyennes dans le sens de l'axe, on trouve, pour les coefficients d'élasticité dans le sens du rayon et de la tangente des arbres, 0,165 et 0,091; et pour les cohésions, dans ces deux directions, les nombres 0,163 et 0,159.

10°. On ne remarque aucun rapport régulier entre la densité des arbres et leur âge, l'épaisseur de leurs couches, l'exposition et la nature du terrain.

11°. L'époque de l'abatage des arbres ne paraît pas influer sur leurs propriétés mécaniques.

12°. Le coefficient d'élasticité et la cohésion diminuent à mesure que l'âge des arbres augmente.

13°. L'épaisseur relative des couches ne peut être considérée comme la cause première des différences que l'on observe dans un même arbre, ni de celles qui existent entre les individus.

Il est vrai que, dans le sapin, l'amincissement graduel des couches marche le plus souvent dans le même sens que l'augmentation des propriétés du centre à la circonférence; mais, dans les cas où le contraire a lieu, cette augmentation reste néanmoins sensible.

14°. Les bois venus aux expositions nord, nord-est et nord-ouest, et dans les terrains secs, ont toujours un coefficient d'élasticité élevé, et d'autant plus fort que ces

deux conditions se trouvent réunies; tandis que les arbres venus dans les terrains fangeux présentent les coefficients les plus faibles.

C'est surtout pour le hêtre que l'effet de ces influences est le plus marqué.

15°. Les hêtres venus dans le grès vosgien présentent une élasticité supérieure à celle des hêtres venus dans le grès bigarré et dans le muschelkalk.

16°. Dans un même arbre, les diverses propriétés mécaniques marchent presque toujours parallèlement. Ainsi, la couche la plus dense est ordinairement celle qui possède aussi la plus grande vitesse du son, le coefficient d'élasticité le plus élevé, et la plus forte cohésion; mais ce rapport, trop peu constant déjà, dans un même arbre, pour pouvoir être exprimé par une formule, ne se retrouve que rarement lorsqu'on compare entre eux divers arbres d'une même espèce, et il disparaît complétement dans les arbres de nature différente.

6

Tableau n° I. — *Tableau des résultats des expériences fai*

ESSENCE.	QUALITÉ DU BOIS ET PROVENANCE.	MÉTHODE EMPLOYÉE.	DENSITÉ.	COEFFICIENT d'élasticité.	COHÉSION.	AUTEU
Chêne.....	"	Extension dans le sens des fibres.	"	"	9,810	Rondelet.
Id........	"	*Id.*	0,845	"	6,466	Barlow.
Id........	"	*Id.*	"	"	8,141	Barlow.
Id........	"	Flexion.	"	1012	"	Duhamel.
Id........	"	*Id.*	"	1040	"	Aubry.
Id........	"	*Id.*	"	969	"	Aubry.
Id........	De démolition, 25 ans de coupe.	*Id.*	0,732	1688	"	Dupin.
Id........	"	*Id.*	"	1291	"	Rondelet.
Id........	Anglais.	*Id.*	0,969	614	4,982	Barlow.
Id........	Anglais.	*Id.*	0,934	1018	7,053	Barlow.
Id........	De Dantzig.	*Id.*	0,756	835	6,296	Barlow.
Id........	De l'Adriatique.	*Id.*	0,993	681	5,824	Barlow.
Id........	Du Canada.	*Id.*	0,872	1507	7,452	Barlow.
Id........	Vieux bois de vaisseau.	*Id.*	0,872	1205	8,350	Ebbels et Tr
Id........	Jeune, kings-Langley, Herts	*Id.*	0,863	1151	12,196	Ebbels et Tr
Id........	De Beaulieu, Hants.	*Id.*	0,616	740	"	Ebbels et Tr
Id........	De Beaulieu, autre pièce.	*Id.*	0,736	617	"	Ebbels et Tr
Id........	D'un vieil arbre.	*Id.*	0,625	500	5,516	Ebbels et Tr
Id........	De Riga.	*Id.*	0,688	1131	9,033	Ebbels et Tr
Id........	Anglais.	*Id.*	0,748	1300	8,982	Ebbels et Tr
Id........	Anglais vert.	*Id.*	0,763	911	6,920	Ebbels et Tr
Id........	De Dantzig, desséché.	*Id.*	0,755	1405	"	Ebbels et Tr
Id........	Quercus sessiliflora.	*Id.*	"	1033	"	Ebbels et Tr
Id........	Quercus robur.	*Id.*	"	1158	"	Ebbels et Tr
Id........	Nouvellem. abattu, 4 pouces d'équarr., 20 pieds de long.	*Id.*	"	"	6,944	Buffon.
Id........	Nouvellem. abattu, 5 pouces d'équarrissage, 28 pieds de long.	*Id.*	"	"	5,391	Buffon.
Id........	Nouvellem. abattu, 6 pouces d'équarrissage, 20 pieds de long.	*Id.*	"	"	5,772	Buffon.
Id........	Nouvellem. abattu, 7 pouces d'équarrissage, 20 pieds de long.	*Id.*	"	"	6,091	Buffon.
Id........	Nouvellem. abattu, 8 pouces d'équarrissage, 20 pieds de long.	*Id.*	"	"	5,574	Buffon.
Id........	"	*Id.*	"	"	7,322	Bélidor.

s auteurs, sur la densité, l'élasticité et la cohésion des bois.

…ES.	QUALITÉ DU BOIS ET PROVENANCE.	MÉTHODE EMPLOYÉE.	DENSITÉ.	COEFFICIENT d'élasticité.	COHÉSION.	AUTEURS.
......	"	Flexion.	"	"	7,259	Bélidor.
......	"	*Id.*	"	"	7,124	Bélidor.
......	"	Extension.	"	1340	"	Minard et Désormes
......	Sec de bonne qualité.	*Id.*	"	1178	"	Ardant.
......	Suivant les fibres.	Flexion.	"	1051	"	Hagen.
......	Perpendiculairem. aux fibres	*Id.*	"	71,8	"	Hagen.
......	"	Extension.	"	1305	"	Paccinotti et Peri.
......	"	Flexion.	0,712	1505	"	Paccinotti et Peri.
......	"	Extension.	0,700	"	8,062	Barlow.
......	Un an de coupe.	Flexion.	0,659	1110	"	Dupin.
......	"	*Id.*	0,696	950	6,566	Barlow.
......	De qualité moyenne.	*Id.*	"	"	8,565	Ebbels et Tredgold.
......	Rouge, suivant les fibres.	*Id.*	"	1483	"	Hagen.
......	Perpendiculairem. aux fibres	*Id.*	"	66,3	"	Hagen.
......	Blanc, suivant les fibres.	*Id.*	"	1467	"	Hagen.
......	Perpendiculairem. aux fibres	*Id.*	"	64,6	"	Hagen.
......	"	*Id.*	0,618	1068	"	Paccinotti et Peri.
......	"	Extension.	0,600	"	12,097	Barlow.
......	"	*Id.*	"	"	11,914	Barlow.
......	"	Flexion.	0,760	1154	8,548	Barlow.
......	D'un jeune arbre.	*Id.*	0,811	"	10,248	Ebbels et Tredgold.
......	De qualité moyenne.	*Id.*	0,690	"	8,033	Ebbels et Tredgold.
......	"	*Id.*	0,753	"	9,931	Ebbels et Tredgold.
......	"	*Id.*	0,980	"	13,983	Barlow.
ier	"	*Id.*	0,646	"	6,905	Barlow.
sier ...	"	*Id.*	0,558	1194	"	Paccinotti et Peri.
lier...	D'Italie.	*Id.*	0,374	"	4,137	Ebbels et Tredgold.
l.......	Blanc.	*Id.*	0,511	"	7,211	Ebbels et Tredgold.
l......	De Toscane.	Extension.	"	921	"	Paccinotti et Peri.
l.......	De Toscane.	Flexion.	0,534	1106	"	Paccinotti et Peri.
ie.....	"	*Id.*	0,553	492	4,274	Barlow.
l.......	Commun.	*Id.*	0,544	"	6,831	Ebbels et Tredgold.
l.......	Vert.	*Id.*	0,763	"	6,072	Ebbels et Tredgold.
er.	Vert.	*Id.*	0,920	"	6,161	Ebbels et Tredgold.
d.......	Brun.	*Id.*	0,685	1106	"	Ebbels et Tredgold.

[Suite.] Tableau n° I. — *Tableau des résultats des expériences faites*

ESSENCE.	QUALITÉ DU BOIS ET PROVENANCE.	MÉTHODE EMPLOYÉE.	DENSITÉ.	COEFFICIENT d'élasticité.	COHÉSION.	AUTE
Aune......	"	Flexion.	0,555	"	6,705	Ebbels et Tr
Platane....	"	*Id.*	0,648	"	7,679	Ebbels et Tr
Châtaignier	Vert.	*Id.*	0,875	"	5,693	Ebbels et Tr
Id.......	De Toscane.	Extension.	"	1106	"	Paccinotti et
Id.......	De Toscane.	Flexion.	0,508	1175	"	Paccinotti et
Sycomore..	"	*Id.*	0,590	"	6,768	Ebbels et Tr
Sorbier....	"	*Id.*	0,673	1201	"	Paccinotti et
Olivier....	"	*Id.*	0,829	836	"	Paccinotti et
Acacia....	Vert.	*Id.*	0,820	"	7,869	Ebbels et Tr
Saule......	"	*Id.*	0,405	"	4,618	Ebbels et Tr
Bouleau...	"	*Id.*	0,720	"	6,540	Ebbels et Tr
Cyprès....	Un an de coupe.	*Id.*	0,664	1372	"	Dupin.
Id......	De Toscane.	*Id.*	0,502	1021	"	Paccinotti et
Arbousier.	"	*Id.*	1,035	1313	"	Paccinotti et
Acajou....	"	Extension.	0,637	"	5,653	Barlow.
Id......	D'Espagne, sec.	*Id.*	0,852	"	5,377	Ebbels et Tr
Id.......	De Honduras, sec.	*Id.*	0,560	"	8,059	Ebbels et Tr
Id......	"	Flexion.	0,609	1424	"	Paccinotti et
Ébène.....	"	*Id.*	1,125	2091	"	Paccinotti et
Teak......	"	Extension.	0,860	"	10,609	Barlow.
Id......	"	Flexion.	0,745	1693	10,386	Barlow.
Poon......	"	*Id.*	0,579	"	9,367	Barlow.
Mélèze....	"	*Id.*	0,543	702	"	Barlow.
Calaba....	"	*Id.*	0,579	1137	"	Barlow.
Cèdre.....	Du Liban, sec.	*Id.*	0,486	"	5,212	Ebbels et Tr
Sapin.....	"	Extension.	0,600	"	9,039	Barlow.
Id......	"	*Id.*	"	"	8,119	Barlow.
Id......	De démolit., 25 ans de coupe	Flexion.	0,443	1029	"	Dupin.
Id......	"	*Id.*	"	1350	"	Rondelet.
Id......	Pesse ou de Norwége.	*Id.*	0,660	859	"	Barlow.
Id.......	Blanc de Christiania.	*Id.*	0,512	1268	8,678	Ebbels et Tr
Id.......	Blanc de Québec.	*Id.*	0,465	875	7,211	Ebbels et Tr

...s auteurs, sur la densité, l'élasticité et la cohésion des bois.

...NCE.	QUALITÉ DU BOIS ET PROVENANCE.	MÉTHODE EMPLOYÉE.	DENSITÉ.	COEFFICIENT d'élasticité.	COHÉSION.	AUTEUR.
......	Blanc d'Écosse.	Flexion.	0,529	845	7,363	Ebbels et Tredgold.
......	Blanc d'Angleterre.	*Id.*	0,555	977	5,883	Ebbels et Tredgold.
......	De la forêt de Mar.	*Id.*	0,696	453	4,828	Barlow.
......	De la forêt de Mar.	*Id.*	0,693	611	5,324	Barlow.
......	De la forêt de Mar.	*Id.*	0,703	611	5,324	Barlow.
......	Des Vosges.	Extension.	"	1615	"	Ardant.
......	Des Vosges.	*Id.*	"	1188	"	Ardant.
......	Parallèlement aux fibres.	Flexion.	"	1204	"	Hagen.
......	Perpendiculairem. aux fibres	*Id.*	"	25,3	"	Hagen.
......	"	Extension.	"	1155	"	Paccinotti et Peri.
......	"	Flexion.	0,484	940	"	Paccinotti et Peri.
......	Pinus abies suivant les fibres (sapin distique).	*Id.*	"	1330	"	Hagen.
......	Perpendiculairem. aux fibres	*Id.*	"	15,7	"	Hagen.
......	Rouge ou d'Écosse.	*Id.*	0,657	1290	5,658	Barlow.
......	Blanc ou de la Nouvelle-Angleterre.	*Id.*	0,553	1046	4,650	Barlow.
......	Du Nord ou de Riga.	*Id.*	0,753	932	4,672	Barlow.
......	Du Nord ou de Riga.	*Id.*	0,738	696	4,432	Barlow.
......	D'Amérique, de Weymouth.	*Id.*	0,460	"	8,324	Ebbels et Tredgold.
......	Jaune de Riga.	*Id.*	"	1064	"	Ebbels et Tredgold.
......	Jaune de Riga.	*Id.*	0,480	1506	6,705	Ebbels et Tredgold.
......	Jaune de Riga.	*Id.*	0,464	1421	"	Ebbels et Tredgold.
......	Jaune de Long-Sound, Norwége.	*Id.*	0,640	1268	7,959	Ebbels et Tredgold.
....	Jaune de Memel.	*Id.*	0,553	1751	6,895	Ebbels et Tredgold.
l.......	Jaune de Memel.	*Id.*	0,544	1776	"	Ebbels et Tredgold.
l.......	Laryx.	*Id.*	0,560	740	6,216	Barlow.
l.......	Laryx.	*Id.*	0,531	433	3,511	Barlow.
l.......	Laryx.	*Id.*	0,522	631	4,755	Barlow.
l.......	Laryx.	*Id.*	0,556	740	4,840	Barlow.
l.......	Laryx, échantillon choisi.	*Id.*	0,640	"	7,995	Ebbels et Tredgold.
l.......	Laryx, qualité moyenne.	*Id.*	0,622	"	7,047	Ebbels et Tredgold.
l.......	Laryx, très-jeune.	*Id.*	0,396	"	4,074	Ebbels et Tredgold.
céa.....	(Pitch Pine.)	*Id.*	0,660	861	6,887	Barlow.

Tableau n° II. — *Inventaire des arbres coupés*

EXPOSITION.	NUMÉRO de l'arbre.	ESSENCE.	AGE.	FORÊT où l'arbre a été coupé.	QUALITÉ DU SOL
					GRÈS
Crêtes battues des vents.	26	Chêne à glands sessiles.	60 ans.	Trois-Pierres.	Terrain médiocre.
Id	24	Sapin.	70 ans.	Trois-Pierres.	Terrain médiocre.
Id	54	Pin.	33 ans.	Chaume-Martimont.	Terrain médiocre.
Id	27	Hêtre.	72 ans	Trois-Pierres.	Terrain passable.
Id	25	Bouleau.	68 ans	Trois-Pierres.	Terrain médiocre.
Pentes arides **au sud**.....	48	Chêne à glands sessiles.	51 ans.	Petit-Rougimont.	Terrain passable, sec.
Id	47	Sapin.	52 ans.	Petit-Rougimont.	Terrain passable, sec.
Id	15	Pin.	45 ans.	Chaume du Gros-Rougimont.	Terrain passable.
Id	49	Hêtre.	81 ans.	Petit-Rougimont.	Terrain passable, sec.
Terrains fertiles à **l'ouest.**	36	Chêne à glands sessiles.	50 ans.	Bergerie.	Terrain passable.
Id	35	Chêne à glands sessiles.	83 ans.	Bergerie.	Terrain passable.
Id	34	Chêne à glands sessiles	95 ans.	Bergerie.	Terrain passable.
Id	37	Chêne à glands sessiles.	105 ans.	Bergerie.	Terrain passable.
Id	45	Chêne à glands sessiles.	164 ans.	Bergerie.	Terrain passable.
Id	19	Sapin.	90 ans.	Gros-Rougimont	Terrain bon.
Id	18	Sapin.	110 ans.	Gros-Rougimont.	Terrain bon.
Id	17	Sapin.	120 ans.	Gros-Rougimont.	Terrain bon.
Id	16	Sapin.	120 ans.	Gros-Rougimont.	Terrain bon.
Id	14	Pin.	65 ans.	Basse-Joachim.	Terrain bon.
Id	41	Hêtre.	50 ans	Bergerie.	Terrain passable.
Id	33	Hêtre.	51 ans.	Bergerie.	Terrain passable.
Id	42	Hêtre.	60 ans.	Bergerie.	Terrain passable.
Id	32	Hêtre.	90 ans.	Bergerie.	Terrain bon.
Id	46	Hêtre.	95 ans.	Bergerie.	Terrain bon, plat.
Id	39	Bouleau.	114 ans.	Bergerie.	Terrain bon, plat.
Id	40	Charme.	65 ans.	Bergerie.	Terrain passable.
Terrains fertiles **au nord,** au nord-est et **au nord-ouest**......	30	Chêne à glands sessiles.	108 ans.	Basse Pain-Sec.	Terrain passable.
	65	Sapin.	46 ans.	Mirguet.	Terrain bon.
Id	28	Sapin.	100 ans.	Basse Pain-Sec.	Terrain bon.
Id	50	Pin.	107 ans	Rupt-des-Dames.	Terrain passable.
Id	29	Hêtre.	90 ans.	Basse Pain-Sec.	Terrain bon.
Id	66	Acacia.	23 ans.	Basse Compère.	Terrain passable.
Id.........	63	Acacia.	23 ans.	Basse Compère.	Terrain passable.
Id	22	Sycomore.	36 ans.	Tête du Gros-Rougimont.	Terrain bon.
Id	23	Erable.	36 ans.	Tête du Gros-Rougimont.	Terrain bon.
Terrains fangeux	52	Chêne à glands sessiles	75 ans.	Rupt-des-Dames.	Terrain passable.
Id	51	Sapin.	140 ans.	Rupt-des-Dames.	Terrain médiocre.
Id	53	Hêtre.	85 ans.	Petit-Rougimont.	Terrain médiocre.
Id	13	Pin.	53 ans.	Basse Verdenal.	Terrain médiocre.

les expériences d'allongement et de flexion.

CIRCONFÉRENCE à 1 mètre du sol.	CIRCONFÉRENCE moyenne.	HAUTEUR à laquelle a été coupée la bille.	OBSERVATIONS.
SGIEN.			
			Arbres coupés hors séve.
m	m	m	
0,68	0,40	0,74	Arbre venu sur souche, dans un taillis peu serré; d'un accroissement médiocre.
1,15	0,68	0,74	Arbre venu dans une clairière semée de bruyères, entre des roches; d'un accroissement passable.
1,20	0,55	0,74	Arbre isolé dans les bruyères, branchu et d'un accroissement passable.
0,97	0,65	0,74	Arbre qui avait été dominé dans sa jeunesse, venu dans un taillis, et d'un accroissement passable.
0,90	0,50	1,45	Arbre venu dans un taillis peu serré, branchu et d'un accroissement médiocre.
0,75	0,50	1,70	Arbre élancé, venu dans un taillis et d'un accroissement passable.
0,65	0,42	0,74	Arbre venu entre des roches et dans la bruyère, quoiqu'au milieu d'un taillis; accroissement passable.
1,22	0,82	3,00	Arbre isolé dans les bruyères; d'un bon accroissement.
0,56	0,32	0,74	Arbre élancé, venu dans un taillis; d'un accroissement médiocre.
0,43	0,27	0,74	Arbre crû dans un taillis bien venant, mais qui avait été serré dans sa jeunesse.
0,74	0,55	0,74	Arbre crû dans un taillis bien venant; son accroissement, faible dans sa jeunesse, avait augmenté ensuite, puis diminué de nouveau.
1,14	0,82	»	Arbre venu sur souche, dans un taillis bien venant; d'un bon accroissement, conservé entier.
1,34	0,80	0,74	Arbre crû dans un taillis bien venant, mais qui avait été serré dans sa jeunesse; d'un bon accroissement.
1,70	1,10	1,15	Arbre mort en cime, crû dans un taillis bien venant, mais qui avait été serré dans sa jeunesse; accroissement faible jusqu'à 40 ans, qui augmente ensuite, puis diminue.
0,58	0,49	5,50	Arbre venu dans un massif où il avait toujours été dominé; accroissement médiocre.
0,92	0,68	»	Arbre venu en massif, conservé entier.
1,60	1,08	11,00	Arbre venu en massif.
2,22	1,25	7,50	Arbre venu en massif et d'un bel accroissement.
1,25	0,74	5,80	Arbre élancé, crû dans un massif de sapins.
0,75	0,40	»	Arbre venu dans une clairière, et d'un bel accroissement; conservé entier.
0,80	0,37	0,10	Arbre crû dans un taillis bien venant, et d'un bel accroissement.
0,53	0,33	0,74	Arbre crû dans un taillis serré et bien venant, et qui y avait été dominé.
1,40	0,75	0,74	Arbre crû dans un taillis bien venant, très-branchu et d'un bel accroissement.
2,22	0,83	1,55	Arbre crû dans un taillis bien venant, et d'un bel accroissement.
1,55	1,12	3,00	Arbre élancé, crû dans un taillis bien venant.
0,69	0,25	0,15	Arbre crû dans un taillis bien venant, mais très-serré.
1,25	0,76	0,74	Arbre élancé, venu dans une clairière, mais qui avait été serré dans sa jeunesse; accroissement passable.
»	»	»	Arbre coupé en entier; venu à l'abri des vents, au bas d'un terrain en pente, et d'un fort bel accroissement.
1,29	0,94	3,55	Arbre venu en massif, dominé dans sa jeunesse, et qui avait un chancre profond au milieu de sa longueur.
1,85	1,30	1,50	Arbre crû dans la bruyère au milieu d'un taillis; d'un assez bel accroissement, mais le cimeau rabougri.
1,39	0,75	1,50	Arbre crû au milieu d'une sapinière entre des rochers; accroissement passable.
»	»	»	Arbre coupé en entier, venu dans un taillis peu serré.
0,44	0,36	N° 1. 0,65 N° 2. 3,36	Arbre venu dans un taillis peu serré.
0,78	0,42	1,50	Arbre venu sur souche dans un massif de sapinière et d'un bel accroissement.
0,78	0,50	3,00	Cet arbre a crû à côté du précédent, et était dans les mêmes conditions.
0,70	0,45	0,74	Arbre crû dans un taillis, d'un faible accroissement, et dont les racines baignaient dans l'eau.
0,93	0,65	0,74	Arbre d'un faible accroissement, dont les racines baignaient dans l'eau.
0,85	0,64	0,74	Arbre crû dans un mauvais taillis, d'un faible accroissement et dont les racines baignaient dans l'eau.
0,94	0,63	0,74	Arbre élancé, d'un accroissement passable, crû au milieu de quelques sapins au point de transition des terrains secs et des terrains fangeux.

[Suite.] Tableau n° II. — *Inventaire des arbres coupés…*

EXPOSITION.	NUMÉRO de l'arbre.	ESSENCE.	AGE.	FORÊT où l'arbre a été coupé.	QUALITÉ …
GR…					
Terrains fertiles à l'ouest	38	Chêne à glands sessiles.	80 ans.	Bergerie.	Terrain bon
Id. à l'ouest.... .	43	Chêne à glands sessiles.	100 ans.	Bergerie.	Terrain bon
Id. au nord-ouest.	21	Sapin.	92 ans.	Gros-Rougimont.	Terrain bon.
Id. au nord-ouest.	20	Sapin.	103 ans.	Gros-Rougimont.	Terrain bon.
Id. au sud-est....	31	Pin.	58 ans.	Bergerie.	Terrain sec, …
Id. au nord-ouest.	44	Hêtre.	30 ans.	Bergerie.	Terrain bon
GR…					
Terrains secs inclinant légèrement au midi....	3	Chêne à glands pédonculés.	74 ans.	Bois-Canon.	Terr. médiocre …
Id....................	2	Chêne à glands sessiles.	78 ans.	Bois-Canon.	Terr. médiocre …
Id............... ...	1	Hêtre.	72 ans.	Bois-Canon.	Terr. médiocre …
Terrains fertiles inclinant légèrement au levant...	4	Chêne à glands pédonculés.	78 ans.	Basse Biscuit.	Terrain bon …
Id....	5	Chêne à glands sessiles.	74 ans.	Basse Biscuit.	Terrain bon …
Id....................	6	Hêtre.	69 ans.	Basse Biscuit.	Terrain bon …
Id....................	7	Charme.	61 ans.	Basse Biscuit.	Terrain bon …
Id....................	8	Tremble.	58 ans.	Tranchée de Niderhorff.	Terrain bon …
Terrains fangeux........	9	Chêne à glands pédonculés.	71 ans.	Ruisseau de Fraquelfing.	Terrain bon …
Id....................	10	Chêne à glands sessiles.	40 ans.	Tranchée de Chasse.	Terrain bon …
Id........	11	Hêtre.	67 ans	Ruisseau de Fraquelfing.	Terrain bon …
Id....................	12	Aune.	53 ans.	Ruisseau de Fraquelfing.	Terrain bon …
Terrasse en terres rapportées, abritée au nord par des constructions..	64	Peuplier.	38 ans.	Verrerie de Cirey.	Terrain bon.
MUSCH…					
Terrains secs inclinant légèrement au midi....	56	Chêne à glands pédonculés.	73 ans.	Minière.	Terr. médiocre …
Id	55	Hêtre.	62 ans.	Minière.	Terr. médiocre …
Terrains fertiles inclinant légèrement au levant..	61	Chêne à glands pédonculés.	74 ans.	Minière.	Terrain bon …
Id	62	Hêtre.	68 ans.	Minière.	Terrain bon …
Terrains fangeux.........	59	Chêne à glands pédonculés.	78 ans.	Dringue.	Terrain passable
Id....................	60	Hêtre.	76 ans.	Dringue.	Terrain passable
Id....................	57	Frêne.	45 ans.	Dringue.	Terrain passable
Id....................	58	Orme.	47 ans.	Dringue.	Terrain passable

xpériences d'allongement et de flexion.

CIRCONFÉRENCE à 1 mètre du sol.	CIRCONFÉRENCE moyenne.	HAUTEUR à laquelle a été coupée la bille.	OBSERVATIONS.
GIEN.			
			Arbres coupés en séve.
m	m	m	
0,98	0,62	1,48	Arbre crû dans un taillis, coupé en séve, écorcé et laissé quelque temps sur place.
1,15	0,70	0,74	Arbre crû dans un bon taillis, coupé en pleine séve et enlevé tout de suite de la foret sans avoir été écorcé.
1,10	0,76	3,50	Arbre crû en massif serré, dans un terrain pierreux; coupé en séve, écorcé et laissé quelque temps sur place.
1,09	0,78	3,50	Arbre crû dans un terrain pierreux, et qui avait été dominé dans sa jeunesse; coupé en pleine séve et enlevé tout de suite de la forêt sans avoir été écorcé.
1,15	0,70	»	Arbre crû dans un mauvais taillis très-clair-planté, coupé en séve, écorcé et laissé quelque temps sur place; conservé entier.
0,60	0,38	0,74	Arbre crû dans un bon taillis, coupé en pleine séve et enlevé tout de suite de la foret sans avoir été écorcé.
ARRÉ.			
			Arbres coupés hors séve.
m	m	m	
0,84	0,60	2,22	Arbre venu en massif peu serré, d'un accroissement médiocre.
1,09	0,67	1,50	Arbre isolé, très-branchu et d'un accroissement passable.
1,40	0,84	0,75	Arbre isolé, très-branchu et d'un bel accroissement.
1,07	0,79	2,96	Arbre venu en massif: a été serré longtemps; accroissement passable.
1,07	0,70	4,44	Arbre venu en massif, gêné par ses voisins, et d'un accroissement passable.
1,03	0,72	3,00	Arbre venu en massif serré, et d'un accroissement passable.
1,00	0,64	3,00	Arbre venu en massif, et d'un bon accroissement.
0,87	0,66	1,96	Arbre venu en massif, et d'un accroissement passable.
1,14	0,72	2,96	Arbre serré dans un grand taillis d'aune, venu à 1m,25 du ruisseau, et d'un accroissement passable.
0,75	0,54	1,48	Arbre venu en massif et d'un bon accroissement.
1,05	0,68	4,00	Arbre venu en massif, tordu, et d'un assez bon accroissement.
0,96	0,68	5,50	Arbre venu dans un taillis serré, à 1m,50 du ruisseau, et d'un bon accroissement.
1,19	0,63	»	Arbre conservé en entier: venu isolément et malade à sa base.
LK.			
			Arbres coupés hors séve.
m	m	m	
0,96	0,62	4,00	Arbre isolé, mais qui avait été serré à une époque antérieure; accroissement médiocre.
0,95	0,60	3,00	Arbre venu en massif, et d'un accroissement passable.
0,98	0,72	5,30	Cet arbre a toujours été serré et dominé par un autre chêne plus âgé; accroissement médiocre.
1,02	0,71	2,70	Arbre venu en massif serré et d'un bel accroissement.
0,94	0,51	2,70	Arbre venu dans un taillis serré; faible accroissement.
1,13	0,80	2,70	Arbre venu dans un taillis serré, à 20 mètres d'un ruisseau, très-branchu, dominé, et d'un accroissement passable.
0,60	0,45	1,35	Arbre venu sur souche dans un taillis serré.
0,60	0,39	1,35	Arbre venu dans un taillis serré.

Tableau n° III. — *Inventaire des arbres coupés pour les expéri*

EXPOSITION.	NATURE DU TERRAIN.	NUMÉRO de l'arbre.	TEMPS écoulé depuis la coupe.	FORÊT OU L'ARBRE A ÉTÉ
		CHÊNE.		
Est.........	Grès bigarré.	1	2 ans.	Sainte-Claire.
Est.........	Grès bigarré.	2	2 ans.	Sainte-Claire.
Nord.......	Grès vosgien.	3	2 ans.	Glissière.
Midi........	Grès vosgien.	4	2 ans.	Bergerie.
Midi........	Grès vosgien.	5	2 ans.	Fraize.
Sud-ouest...	Grès vosgien.	6	6 ans.	Charmille (au Brot).
Sud-est.....	Grès vosgien.	7	3 ans.	Hans-Sprung.
Nord.......	Grès vosgien.	8	2 ans.	Glissière.
Est.........	Grès bigarré.	9	2 ans.	Sainte-Claire.
Est.........	Grès bigarré.	10	2 ans.	Sainte-Claire.
Ouest.......	Grès bigarré.	11	3 ans.	Sainte-Claire.

EXPOSITION.	NATURE DU TERRAIN.	NUMÉRO de l'arbre.	TEMPS écoulé depuis la coupe.	FORÊT OU L'ARBRE A ÉTÉ
		SAPIN.		
Sud........	Grès vosgien.	1	1 an.	Mirguet.
Sud........	Grès vosgien.	2	1 an.	Mirguet.
Sud........	Grès vosgien.	3	1 an.	Rupt de Larô.
Nord.......	Grès vosgien.	4	1 an.	Rupt de Larô.
Nord.......	Grès vosgien.	5	1 an.	Rupt de Larô.
Nord.......	Grès vosgien.	6	1 an.	Rupt de Larô.
Nord-ouest..	Grès vosgien.	7	1 an.	Rougimont.
Nord-ouest..	Grès vosgien.	8	1 an.	Rougimont.
Nord-ouest..	Grès vosgien.	9	1 an.	Rougimont.
Nord-ouest..	Grès vosgien.	10	1 an.	Rougimont.
Nord-ouest..	Grès vosgien.	11	1 an.	Rougimont.
Nord-ouest..	Grès vosgien.	12	1 an.	Rougimont.
Nord-ouest..	Grès vosgien.	13	1 an.	Rougimont.

xion et de rupture sur des échantillons employés dans la pratique.

ALITÉ DU SOL.	LONGUEUR de la pièce.	ÉQUARRISSAGE DE LA PIÈCE.	DÉNOMINATION COMMERCIALE.
			CHÊNE.
	m	m m	
Bonne.	4,00	0,078 sur 0,080	Trafté ou chevron.
Bonne.	4,00	0,081 sur 0,082	Trafté ou chevron.
Passable.	6,53	0,136 sur 0,161	Pièce de 5 à 6 (simple panne).
Médiocre.	6,82	0,159 sur 0,189	Pièce de 6 à 7 (simple panne).
Passable.	6,10	0,182 sur 0,210	Pièce de 7 à 8 (panne).
Passable.	7,06	0,190 sur 0,220	Pièce de 7 à 8 (panne).
Médiocre.	5,87	0,231 sur 0,253	Pièce de $8\frac{1}{2}$ à $9\frac{1}{2}$ (panne).
Passable.	6,11	0,217 sur 0,237	Pièce de 8 à 9 (panne).
Bonne.	3,37	0,242 sur 0,028	Planche (entrevous).
Bonne.	3,65	0,143 sur 0,042	Planche (échantillon).
Bonne.	6,50	0,293 sur 0,054	Madrier (doublette).

QUALITÉ DU SOL.	ÉTAT du peuplement.	LONGUEUR de la pièce.	ÉQUARRISSAGE de la pièce.	DÉNOMINATION COMMERCIALE.
				SAPIN.
		m	m m	
errain assez bon, nais sec.	Taillis.	10,47	0,176 sur 0,198	Pièce de 6 à 7 (simple panne).
errain assez bon, nais sec.	Taillis.	10,36	0,088 sur 0,115	Chevron.
errain assez bon, nais sec.	Massif un peu clair.	10,47	0,220 sur 0,245	Pièce de 8 à 9 (panne).
errain bon.	Massif un peu clair.	10,42	0,223 sur 0,240	Pièce de 8 à 9 (panne).
errain bon.	Massif un peu clair.	10,49	0,169 sur 0,196	Pièce de 6 à 7 (simple panne).
errain bon.	Massif un peu clair.	10,56	0,094 sur 0,130	Chevron.
errain assez bon, nais un peu sec.	Massif.	14,00	0,290 sur 0,324	Pièce de 11 à 12 (recharge).
errain assez bon, nais un peu sec.	Massif.	10,50	0,096 sur 0,124	Chevron.
errain assez bon, nais un peu sec.	Massif.	10,41	0,164 sur 0,194	Pièce de 6 à 7 (simple panne).
errain assez bon, nais un peu sec.	Massif.	10,54	0,225 sur 0,243	Pièce de 8 à 9 (panne).
errain assez bon, nais un peu sec.	Massif.	13,00	0,254 sur 0,283	Pièce de 9 à 10 (panne).
errain assez bon, nais un peu sec.	Massif.	4,23	0,250 sur 0,057	Madrier.
errain assez bon, nais un peu sec.	Massif.	4,24	0,242 sur 0,028	Planche.

Tableau nº IV. — *Expé*

ESSENCE.	NUMÉRO de la tringle.	SECTION de la tringle en millim. carrés.	DEGRÉ d'humidité en centièmes.	CHARGE en kilogram.	DISTANCE des points de repère en millimètres — avec charge.	DISTANCE des points de repère en millimètres — sans charge.	ALLONGEMENT élastique par mètre, en millim.
					mm	mm	mm
Charme..........	7. N. [2]	48,88	37,22	40	814,87	814,16	0,872
				80	815,70	814,28	1,744
Tremble..........	8. [1]	50,28	21,83	40	805,84	805,09	0,932
				80	806,43	805,08	1,677
				120	807,18	805,17	2,497
Aune..............	12. [1]	51,47	28,55	40	797,09	796,21	1,105
				80	798,06	796,40	2,084
				120	799,23	796,60	3,302
Sycomore..........	22. N. [3]	46.80	31,62	40	778,50	777,89	0,784
				80	779,14	777,92	1,568
				120	779,76	778,08	2,160
				160	780,49	778,15	3,008
Érable............	23. N. [3]	47,02	13,79	40	814,55	813,75	0,983
				100	815,35	813,78	1,929
				160	816,50	813,81	3,306
Chêne............	34. (1) [1]	46,37	10,96	40	781,02	780,49	0,679
				80	781,58	780,49	1,397
				140	782,55	780,54	2,575
Chêne............	34. (1) E. [5]	40,55	10,96	40	808,90	808,12	0,965
				80	809,51	808,18	1,646
				120	810,21	808,18	2,512
				200	811,73	808,25	4,306
Chêne............	34. (3) E. [2]	46,55	16,63	40	811,32	810,72	0,740
				100	812,10	810,71	1,715
				200	813,51	810,73	3,429
Chêne............	34. (3) E. [4]	45,88	16,63	40	786,89	786,11	1,089
				100	787,98	786,21	2,486
Bouleau..........	39. [1]	51,37	37,83	40	791,75	790,98	0,973
				80	792,38	791,06	1,669
				120	793,14	791,07	2,617
Bouleau..........	39. N. [3]	42,77	10,67	40	807,88	807,41	0,582
				80	808,30	807,45	1,053
				140	809,00	807,53	1,821
				200	809,85	807,56	2,836
Hêtre............	41. (1) E. [3]	49,19	18,22	40	782,58	781,93	0,831
				80	783,22	781,94	1,637
				120	783,85	781,93	2,324
				160	784,59	782,10	3,184
Chêne............	45. E. [3]	98,68	19,53	80	814,26	813,68	0,713
				180	815,06	813,69	1,684
				300	815,93	813,72	2,716
				440	817,23	813,86	4,142
Frêne............	57. [1]	53,78	31,50	40	804,31	803,69	0,771
				80	804,92	803,71	1,506
				120	805,71	803,80	2,376
Frêne............	57. [1]	52,77	10,54	40	815,35	814,96	0,479
				80	815,93	815,02	1,117
				140	816,72	815,00	2,110
				200	817,48	814,97	3,080
				240	818,10	815,08	3,705
Orme............	58. N. [3]	47,26	33,26	40	797,16	796,40	0,954
				80	797,95	796,61	1,682
				140	799,20	796,80	3,012
				240	800,95	797,10	4,830
Peuplier.........	64. (1) [1]	36,76	17,21	40	793,05	791,63	1,794
				80	794,33	791,67	3,360

ongement.

ESSENCE.	NUMÉRO de la tringle.	SECTION de la tringle en millim. carrés.	DEGRÉ d'humidité en centièmes.	CHARGE en kilogram.	DISTANCE des points de repère en millimètres — avec charge.	— sans charge.	ALLONGEMENT élastique par mètre, en millim.	COEFFICIENT d'élasticité.
					mm	mm	mm	
plier.........	64. (3) [1]	49,52	17,21	40	781,95	781,10	1,088	722,5
				80	782,90	781,13	2,266	
cia...........	66. (1) E. [2]	22,49	16,63	35	777,35	776,60	0,966	1418,8
				75	778,50	776,66	2,369	
				115	779,63	776,80	3,644	
				155	780,74	776,91	4,931	
cia...........	66. (1) E. [4]	23,25	16,63	35	756,49	755,65	1,112	1463,6
				75	757,39	755,74	2,183	
				115	758,23	755,72	3,321	
				155	759,11	755,67	4,552	
in............	18. (1) E. [2]	54,32	16,28	40	789,60	789,06	0,684	978;4
				60	789,81	789,06	0,950	
				80	790,08	789,01	1,356	
				120	790,96	789,09	2,370	
				160	791,68	789,08	3,295	
in............	18. (1) E. [3]	45,07	16,28	40	799,22	798,66	0,701	1422,5
				80	799,74	798,69	1,315	
				120	800,08	798,70	1,728	
in............	18. (1) E. [4]	46,74	16,28	40	792,32	791,82	0,631	1482,5
				80	792,81	791,84	1,225	
				120	793,12	791,76	1,718	
				180	793,86	791,89	2,488	
in............	18. (1) E. [5]	45,16	16,28	40	790,25	789,77	0,608	1559,6
				80	790,71	789,77	1,190	
				120	791,14	789,79	1,709	
				180	791,81	789,87	2,456	
in............	65. (5) [3]	106,60	10,26	95	824,79	824,13	0,801	1056,8
				135	825,10	824,15	1,153	
				175	825,39	824,18	1,468	
				215	825,72	824,14	1,917	
				255	826,06	824,14	2,330	
				295	826,43	824,19	2,718	
in............	65. (6) [2]	104,95	10,26	95	728,04	727,30	1,017	927,9
				155	728,53	727,38	1,581	
				195	728,78	727,32	2,007	
				235	729,51	727,72	2,461	
				275	729,63	727,64	2,736	
in............	65. (6) [5]	102,17	10,26	95	824,78	824,15	0,764	1253,4
				135	824,91	824,10	0,983	
				175	825,11	823,98	1,371	
				215	825,35	823,96	1,687	
				255	825,55	823,90	2,002	
				295	825,85	823,89	2,380	
				335	826,18	823;98	2,670	
				355	826,28	823,99	2,780	
				395	826,44	823,99	2,973	
l.............	31. (1) N. [3]	49,90	13,50	40	779,71	778,91	1,027	765,2
				60	780,02	778,90	1,438	
				80	780,68	778,91	2,272	
				120	781,42	778,99	3,120	
acia..........	66. (2) O. [3]	23,30	15,66	40	797,25	796,38	1,092	1551,0
				80	798,23	796,46	2,222	
				120	799,17	796,52	3,327	

Tableau n° V. — *Détermination du degré d'humidité des tringles*

ESSENCE.	NUMÉRO de l'arbre.	BOIS VERT.	BOIS APRÈS QUELQUE TEMPS DE DÉPOT AU LABORATOIRE.				BOIS DESSÉCHÉ A L'AIR	
		Quantité d'eau en centièmes.	Nombre de tringles.	Poids au moment de l'expérience en grammes.	Poids primitif en grammes.	Quantité d'eau en centièmes.	NOMBRE de tringles.	Poids au moment de l'expérience en grammes.
Charme......	7	37,22	"	"	"	"	2	93,60
Tremble.....	8	38,56	"	"	"	"	4	158,68
Aune........	12	28,55	"	"	"	"	3	103,82
Sycomore....	22	31,62	"	"	"	"	3	129,84
Érable.......	23	29,04	"	"	"	"	3	132,07
Chêne.......	34 (1)	17,40	7	492,37	484,07	19,08	17	1089,38
Chêne.......	34 (3)	17,16	6	360,48	362,40	16,63	12	659,36
Chêne.......	45	44,83	6	686,85	919,44	19,53	17	1745,22
Bouleau......	39	37,83	"	"	"	"	5	257,82
Hêtre.........	41 (1)	19,46	5	251,30	254,47	18,22	12	539,79
Hêtre.........	41 (3)	15,69	3	162,70	161,38	16,50	8	405,95
Hêtre.........	46	22,41	4	211,04	230,63	13,92	10	528,97
Frêne.........	57	31,50	"	"	"	"	2	102,40
Orme.........	58	33,26	"	"	"	"	4	188,28
Peuplier.....	64 (1)	22,73	5	155,38	155,66	22,55	8	214,35
Peuplier.....	64 (3)							
Acacia.......	66	18,43	5	123,25	125,51	16,63	23	434,42
Sapin........	18 (1)	21,87	8	352,62	363,45	18,89	17	757,88
Sapin........	18 (3)	18,65	8	308,67	310,80	17,97	17	676,01
Sapin........	18 (5)	18,78	3	106,00	104,88	19,84	12	438,07
Sapin........	65	20,20	24	1912,00	1957,09	20,18	24	1762,57
Pin..........	31 (1)	61,60	12	576,63	1061,87	15,90	12	551,13
Pin..........	3 (1)	"	5	254,71	508,66	11,68	"	"
Pin..........	31 (3)	14,07	4	155,52	154,65	14,63	9	340,89

oment de chacune des expériences relatives à leur élasticité.

SOLEIL.		BOIS DESSÉCHÉ A L'ÉTUVE, COMPARÉ AU BOIS VERT.					OBSERVATIONS.
...s ...tif ...mes.	Quantité d'eau en centièmes.	Nombre de tringles.	Poids au moment de l'expérience en grammes.	Poids primitif en grammes.	Quantité d'eau primitive en centièmes.	QUANTITÉ d'eau donnée par la dessiccat. absolue, en centièmes.	
,85	11,01	2	92,22	128,57	37,22	8,95	
,57	21,83	4	141,25	201,65	38,56	8,61	
,68	16,03	3	114,85	142,31	28,55	9,25	
,58	15,08	3	123,94	156,71	31,62	10,71	
,83	13,79	3	127,04	159,38	29,04	8,75	
,38	10,96	9	535,21	582,99	17,40	9,20	
,55	8,54	5	297,81	325,26	17,16	8,72	
,81	10,54	8	786,87	1223,28	44,83	9,16	Le poids absolu est calculé pour une section de 9^{mm},8 de côté.
,95	10,67	5	251,21	352,88	37,83	9,02	
,34	13,94	6	277,88	307,70	19,46	9,77	
,25	11,83	4	211,02	229,53	15,69	7,63	
,84	11,49	5	284,11	326,15	22,41	9,52	
,55	10,54	2	95,64	124,03	31,50	8,61	
3,03	9,17	4	193,73	255,05	33,26	9,22	
5,87	17,21	5	142,18	160,41	22,73	11,37	
5,81	15,66	10	226,29	247,61	18,43	9,82	
2,76	16,28	7	308,56	353,63	21,87	9,13	
4,55	15,98	8	285,12	316,58	18,65	8,71	
7,63	14,51	8	325,33	357,48	18,78	9,79	
7,09	10,26	20	1351,51	1552,19	20,20	7,27	
1,87	13,50	5	224,43	472,86	61,60	9,07	Les deux lignes qui correspondent au dépôt au laboratoire proviennent de ce qu'on a pesé une seconde fois les tringles vertes au bout de quelques jours, à cause de la grande quantité d'humidité qu'elles contenaient d'abord.
″	″	″	″	″	″	″	
6,20	9,77	5	166,56	173,70	14,07	9,96	Le bois dit VERT était déjà considérablement desséché.

Tableau n° VI. — *Degré d'humidité de chaq*

ESSENCE.	NUMÉRO de l'arbre.	QUANTITÉ D'EAU en centièmes.	OBSERVATIONS.
Hêtre	1	38,30	
Hêtre	6	42,37	
Hêtre	11	43,17	
Hêtre	27	37,42	
Hêtre	29	39,43	
Hêtre	32	38,21	
Hêtre	33	39,88	
Hêtre	41 (2)	39,38	
Hêtre	42	33,45	
Hêtre en séve	44	42,58	
Hêtre N.-E.	46	33,07	
Hêtre S.-E.	46	34,35	
Hêtre N.-O.	46	34,87	
Hêtre	49	37,42	
Hêtre	53	39,10	
Hêtre	55	45,18	
Hêtre	60	37,15	
Hêtre	62	35,36	
Chêne	2	38,01	
Chêne	3	33,72	
Chêue	4	36,29	
Chêne	5	52,11	
Chêne	9	55,89	
Chêne	10	37,69	
Chêne	26	34,97	
Chêne	30	37,52	
Chêne	34 (2)	40,21	
Chêne	34 (4)	40,03	
Chêne	35	38,45	
Chêne	36	34,23	
Chêne	37	41,70	
Chêne en séve	38	53,75	
Chêne en séve	43	37,11	
Chêne N.-O.	45	44,64	
Chêne S.-E.	45	40,69	
Chêne N.-E.	45	41,72	
Chêne S.-O.	45	40,60	
Chêne	48	41,01	
Chêne	52	35,03	
Chêne	56	42,46	
Chêne	59	37,83	
Chêne	61	35,40	

bille au moment des expériences par la flexion.

ESSENCE.	NUMÉRO de l'arbre.	QUANTITÉ d'eau en centièmes.	OBSERVATIONS.
Charme.............	7	52,07	
Charme.............	40	30,37	
Tremble...........	8	37,07	
Aune...............	12	54,46	
Sycomore...........	22	38,98	
Érable..............	23	38,21	
Bouleau............	25	42,89	
Bouleau............	39	34,05	
Frène..............	57	26,79	
Orme...............	58	36,30	
Acacia..............	63 (1)	24,99	
Acacia..............	63 (2)	24,26	
Peuplier............	64 (2)	39,38	
Peuplier............	64 (4)	"	Cette bille ayant été rompue pendant l'expérience n'a pas été conservée, mais elle devait contenir à peu près la même quantité d'eau hygrométrique que le morceau 64 (2) provenant du même arbre.
Sapin...............	16	36,46	
Sapin...............	17	42,11	
Sapin...............	18 (2)	39,93	
Sapin...............	18 (4)	34,92	
Sapin...............	18 (6)	49,62	
Sapin...............	19	38,78	
Sapin en séve........	20	48,47	
Sapin en séve........	21	45,07	
Sapin...............	24	35,85	
Sapin...............	28	32,72	
Sapin...............	47	48,23	
Sapin...............	51	52,57	
Pin.................	13	40,65	
Pin.................	14	42,31	
Pin.................	15	49,74	
Pin en séve..........	31 (2)	45,44	
Pin en séve..........	31 (4)	51,58	
Pin.................	50	42,29	
Pin.................	54	48,16	

Tableau n° VII. — *Rapports entre les vitesses du son et les coefficients d'élasticité donnés par*

ESSENCE.	NUMÉRO de l'arbre	NUMÉRO de la tringle.	QUANTITÉ d'eau.	COEFFICIENT d'élasticité donné par		RAPPORT	MOYENNE	VITESSE DU SON donnée par		RAPPORT	MOYENNE	OBSERVATIONS.
				l'allongement.	les vibrations longitudinales.			l'allongement.	les vibrations longitudinales.			
Charme...	7	N. [1] [2]	37,22	636,8 938,5	795,6 902,3	1,249 0,961	1,105	8,86 10,39	9,90 10,19	1,117 0,980	1,048	
Tremble..	8	N. [1] N. [2] N. [4]	38,56	725,0 1000,4 1020,2	671,2 1009,8 1220,0	0,926 1,009 1,196	1,044	11,81 13,80 12,80	11,36 13,86 14,00	0,962 1,004 1,094	1,023	
Aune.	12	N. [1] [3]	28,55	718,3 983,7	720,2 1118,8	1,003 1,137	1,070	11,15 12,94	11,17 13,80	1,002 1,066	1,034	
Sycomore.	22	N. [1] [3]	31,62	706,9 1136,7	761,2 1400,4	1,077 1,232	1,154	10,78 12,20	11,18 13,54	1,038 1,110	1,074	
Érable....	23	N. [1] [3]	13,79	983,0 1026,1	1002,2 1146,3	1,019 1,117	1,068	12,61 12,31	12,74 13,01	1,010 1,057	1,033	
Chêne. ...	34 (1)	E. [2] [4] [5]	19,08	1111,8 1278,3 883,8	1236,8 1570,8 1086,9	1,112 1,229 1,230	1,190	11,74 11,75 11,74	12,38 13,02 13,01	1,054 1,108 1,108	1,090	
Chêne. ..	34 (3)	E. [2] [3] [4]	16,63	1241,4 1056,7 853,6	1445,7 1088,2 1106,8	1,165 1,030 1,297	1,164	11,88 11,61 10,67	12,82 11,79 12,15	1,079 1,015 1,138	1,077	
Chêne....	45	E. [3] [4] [5]	19,53	1095,1 441,0 505,1	924,2 478,4 585,0	0,844 1,085 1,158	1,029	11,76 8,66 8,83	10,81 9,02 9,51	0,919 1,041 1,077	1,012	
Bouleau ..	39	N. [1] [3] [5]	37,83	888,4 1178,4 699,0	1130,6 1298,7 976,7	1,272 1,102 1,397	1,257	10,04 11,48 8,83	11,33 12,05 10,44	1,128 1,049 1,182	1,120	
Hêtre.....	41 (1)	E. [3] [4]	18,22	1018,9 985,6	950,6 1083,7	0,933 1,099	1,016	11,15 10,91	10,77 11,45	0,966 1,049	1,007	
Hêtre.....	41 (3)	E. [3]	16,50	806,1	799,0	0,991	0,991	9,76	9,72	0,996	0,996	
Hêtre.....	46	E. [2] [3] [4]	13,92	895,7 1164,2 899,5	1301,7 1260,4 1214,1	1,453 1,083 1,350	1,295	10,47 12,10 10,89	12,62 12,60 12,65	1,205 1,041 1,162	1,136	
Frêne... .	57	N. [1] [2]	31,50	959,0 1171,3	1216,7 1476,4	1,268 1,260	1,264	11,58 11,84	13,05 13,30	1,127 1,123	1,125	
Orme.....	58	N. [1] [3]	33,26	436,1 1009,5	558,2 1248,7	1,283 1,237	1,260	8,02 11,25	9,08 12,51	1,132 1,112	1,122	
Peuplier..	64 (1)	N. [2] [3]	22,55	535,1 612,5	496,6 580,2	0,928 0,947	0,937	12,00 12,52	11,56 12,19	0,963 0,974	0,968	
Peuplier..	64 (3)	N. [4]	22,55	736,6	765,3	1,039	1,039	13,16	13,41	1,019	1,019	
Acacia....	66 (1)	E. [2] [3] [4]	16,63	1418,8 1334,8 1463,0	1871,6 1639,0 1568,0	1,319 1,228 1,070	1,206	13,21 13,52 13,11	15,18 14,98 13,57	1,149 1,108 1,035	1,097	

léterminés au moyen des vibrations longitudinales et les mêmes éléments 'allongement.

ESSENCE.	NUMÉRO de l'arbre	NUMÉRO de la tringle.	QUANTITÉ d'eau.	COEFFICIENT d'élasticité donné par l'allongement.	COEFFICIENT d'élasticité donné par les vibrations longitudinales.	RAPPORT	MOYENNE	VITESSE DU SON donnée par l'allongement.	VITESSE DU SON donnée par les vibrations longitudinales.	RAPPORT	MOYENNE	MOY. GÉNÉRALES des rapports dans chaque essence pour les coeffic. d'élasticité.	MOY. GÉNÉRALES des rapports dans chaque essence pour les vitesses du son.
» »	» »	» »	» »	» »	» »	» »		» »	» »	» »		1,105	1048
lremble..	8	N. [1] [4]	21,83	935,1 1437,4	871,7 1615,0	0,932 1,123	1,027	13,80 15,57	13,33 16,50	0,966 1,059	1,012	1,035	1,017
iune	12	N. [3]	16,03	1086,2	1274,1	1,173	1,173	13,84	14,99	1,083	1,083	1,121	1,058
ycomore.	22	N. [3]	15,08	1294,8	1457,1	1,125	1,125	13,72	14,56	1,061	1,061	1,139	1,067
» »	» »	» »	» »	» »	» »	» »		» »	» »	» »		1,068	1,033
hêne. ...	34 (1)	E. [1] [2] [3] [4] [5]	10,96	1205,6 1375,2 1241,3 1517,0 1151,0	1121,5 1425,8 1321,5 1520,0 1193,9	0,930 1,037 1,065 1,002 1,037	1,014	11,96 12,46 12,02 12,88 12,26	11,55 12,69 12,40 12,89 12,48	0,965 1,018 1,032 1,000 1,018	1,007	1,102	1,048
hêne. .	34 (3)	E. [1] [2] [3] [4]	8,54	1488,1 1390,2 1246,2 1060,2	1488,6 1478,7 1341,3 1255,5	1,000 1,064 1,076 1,184	1,081	13,38 12,65 12,73 12,15	13,38 13,05 13,21 13,22	1,000 1,032 1,038 1,088	1,039	1,122	1,058
hêne. ...	45	E. [1] [2] [3] [4] [5]	10,54	640,2 905,5 1194,1 974,1 556,6	1071,0 1239,0 1292,0 552,0 801,0	1,673 1,368 1,082 0,567 1,439	1,226	9,38 10,39 11,79 12,79 8,54	12,14 12,15 12,27 9,63 10,25	1,294 1,169 1,041 0,753 1,200	1,091	1,127	1,051
bouleau ..	39	N. [1] [3]	10,67	1288,9 1709,7	1558,1 1926,9	1,209 1,127	1,168	14,02 14,52	15,41 15,41	1,099 1,061	1,080	1,212	1,100
iêtre.....	41 (1)	E. [2] [3] [4]	13,94	982,1 986,5 1060,9	1020,5 1070,1 1225,8	1,039 1,085 1,155	1,093	10,96 11,07 11,57	11,17 11,53 12,44	1,019 1,041 1,075	1,045	1,054	1,026
iêtre.	41 (3)	N. [2] [3]	11,83	1200,4 1142,5	1226,7 1287,1	1,022 1,126	1,074	11,43 11,97	11,56 12,70	1,011 1,061	1,036	1,032	1,016
être.....	46	E. [2] [3] [4]	11,49	1134,2 1213,5 1072,0	1510,7 1359,9 1193,9	1,332 1,121 0,114	1,189	11,76 12,38 11,98	13,57 13,11 12,64	1,154 1,059 1,055	1,089	1,242	1,112
rêne	57	N. [1] [2]	10,54	1264,3 1280,4	1409,2 1723,0	1,115 1,345	1,229	13,92 12,80	14,70 14,85	1,056 1,160	1,108	1,246	1,116
rme... .	58	N. [3]	9,17	1403,0	1530,2	1,090	1,090	13,85	14,46	1,044	1,044	1,175	1,083
eupliier..	64 (1)	N. [1] [2] [3] [4]	17,21	633,4 689,2 648,8 404,0	6 70 579,9 582,1 514,4	1,070 0,841 0,897 1,273	1,020	12,01 13,54 13,22 10,29	12,44 12,42 12,52 11,61	1,036 0,917 0,947 1,128	1,007	0,978	0,987
'euplier..	64 (3)	N. [1] [3]	17,21	722,4 794,5	785,3 813,4	1,087 1,024	1,055	13,74 14,06	14,33 14,23	1,043 1,012	1,027	1,047	1,025
.cacia....	66 (1)	E. [4]		1614,9	1878,0	1,163		13,39	14,43	1,077			
	66 (2)	O. [3] N. [3] [4]		1550,7 1279,7 1427,6	1652,0 1622,0 1688,0	1,065 1,267 1,182		14,31 13,21 13,46	14,77 14,88 14,64	1,032 1,126 1,087			
			15,66				1,287				1,081	1,193	1,091
	66 (3)	N. [1] [2] [3] [4]		1186,8 1359,3 1299,3 1345,6	1433,0 1669,0 1503,0 1578,0	1,207 1,227 1,156 1,172		12,48 13,33 13,08 12,99	13,71 14,77 14,07 14,07	1,098 1,108 1,075 1,083			

[Suite.] **Tableau n° VII.** — *Rapports entre les vitesses du son et les coefficients éléments donnés*

ESSENCE.	NUMÉRO de l'arbre	NUMÉRO de la tringle.	QUANTITÉ d'eau.	COEFFICIENT d'élasticité donné par		RAPPORT	MOYENNE	VITESSE DU SON donnée par		RAPPORT	MOYENNE	OBSERVATIONS.
				l'allongement.	les vibrations longitudinales.			l'allongement.	les vibrations longitudinales.			
Sapin.....	18 (1)	E. [2]	18,89	909,2	968,9	1,065	1,160	14,04	14,49	1,032	1,075	
		[3]		1154,1	1388,6	1,203		14,69	16,12	1,097		
		[4]		1056,1	1443,0	1,366		13,67	15,98	1,169		
		[5]		1473,5	1482,9	1,006		15,79	15,84	1,003		
Sapin.....	18 (3)	E. [2]	17,97	853,3	914,0	1,071	1,018	14,18	14,68	1,035	1,009	
		[5]		1385,1	1337,7	0,966		16,37	16,09	0,983		
Sapin.....	18 (5)	E. [2]	19,84	826,1	828,5	1,003	1,023	13,38	13,40	1,001	1,011	
		[3]		1177,6	1207,2	1,025		14,86	15,04	1,012		
		[4]		1328,2	1384,6	1,042		15,98	16,32	1,021		
Sapin....	65 (1)	[2]		613,8	664,8	1,083		11,02	11,47	1,041		
		[3]		496,7	630,2	1,269		11,09	12,49	1,126		
		[4]		1331,7	1421,2	1,067		15,82	16,34	1,033		
		[5]		1285,0	1498,9	1,166		15,48	16,71	1,079		
	65 (2)	[2]		858,0	923,1	1,076		13,81	14,32	1,037		
		[4]		1168,9	1188,9	1,017		15,49	15,62	1,008		
		[5]		1464,5	1555,6	1,063		16,75	17,26	1,030		
	65 (3)	[2]		1096,0	1053,0	0,961		14,43	14,14	0,979		
		[4]		1378,6	1276,7	0,926		16,28	15,67	0,962		
		[5]		1335,0	1364,7	1,022		16,45	16,62	1,010		
	65 (4)	[3]	10,26	1085,7	1167,1	1,075	1,051	14,34	14,87	1,037	1,024	
		[4]		1065,2	1413,2	1,035		15,25	15,51	1,017		
		[5]		1290,5	1446,6	1,121		15,28	16,18	1,059		
	65 (5)	[2]		858,1	941,2	1,097		13,12	13,74	1,047		
		[3]		1053,2	972,1	0,923		14,82	14,24	0,961		
		[4]		1056,8	1016,2	0.961		14,25	13,98	0,981		
	65 (6)	[1]		1156,3	1212,0	1.048		15,11	15,47	1,024		
		[2]		928,3	871,3	0,938		14,54	14,09	0,969		
		[3]		883,2	1019,3	1.154		13,97	15,01	1,074		
		[4]		1154,0	1180,4	1,023		15,07	15,25	1,012		A partir du poids de 55 kilogr., 1141,9 et 15.
		[5]		1253,4	1306,3	1,042		15,59	15,92	1,021		A partir du poids de 95 kilogr., 1277,2 et 15,74.
Pin.......	31 (1)	E. [2]	11,68	540,6	610,7	1,130	1,172	10,58	11,25	1,063	1,083	
		[3]		592,2	689,0	1,168		10,79	11,64	1,079		
		[4]		606,3	742,2	1,224		11,34	12,55	1,106		
Pin.......	31 (3)	E. [2]	14,63	607,6	666,6	1,097	1,105	11,71	12,26	1,047	1,050	
		[3]		696,2	774,8	1,113		12,11	12,77	1,054		

élasticité déterminés au moyen des vibrations longitudinales et les mêmes ar l'allongement.

ESSENCE.	NUMÉRO de l'arbre	NUMÉRO de la tringle.	QUANTITÉ d'eau.	COEFFICIENT d'élasticité donné par l'allongement.	COEFFICIENT d'élasticité donné par les vibrations longitudinales.	RAPPORT	MOYENNE	VITESSE DU SON donnée par l'allongement.	VITESSE DU SON donnée par les vibrations longitudinales.	RAPPORT	MOYENNE	MOY. GÉNÉRALES des rapports dans chaque essence pour les coeffic. d'élasticité.	MOY. GÉNÉRALES des rapports dans chaque essence pour les vitesses du son.
apin.	18 (1)	E. [2]		978,4	1265,0	1,293		13,39	15,22	1,137			
		[3]		1422,5	1567,0	1.094		15,68	16,41	1,046			
		[4]		1482,5	1483,0	1,000		15,90	15,91	1,001			
		[5]		1559,6	1653,0	1,060		16,08	16,55	1,029			
		S. [2]	16,28	1173,1	1313,0	1,119	1,083	14,81	15,67	1,058	1,039	1,121	1,057
		[3]		1291,6	1386,0	1,073		15,05	15,57	1,035			
		[4]		1367,1	1435,0	1,050		15,39	15,76	1,024			
		[5]		1570,6	1526,0	0,972		16,35	16,11	0,985			
Sapin.	18 (3)	E. [2]		1053,2	1079,0	1,024		15,20	15,39	1,013			
		[3]		1408,5	1325,0	0,941	1,039	16,15	15,66	0,969	1,019	1,028	1,014
		[4]	15,98	1382,6	1465,0	1,059		16,08	16,55	1,029			
		[5]		1334,5	1512,0	1,133		15,82	16,84	1,064			
Sapin.....	18 (5)	S. [2]		1407,6	1345,3	0,956		15,59	15,24	0,977			
		[3]	14,51	1183,2	1358,2	1,148	1,048	14,20	15,22	1,072	1,023	1,035	1,017
		[4]		1340,3	1393,7	1,040		15,92	16,23	1,019			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»		1,051	1,024
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
		»	»	»	»	»		»	»	»			
Pin........	31 (1)	[1]		623,7	646,5	1,036		10,79	10,99	1,018			
		E. [2]		616,5	679,9	1,102		11,12	11,68	1,050			
		[3]		704,2	774,9	1,100		11,36	11,92	1,049			
		[4]		706,9	853,6	1,207		11,65	12,80	1,098			
		S. [3]	13,50	682,8	804,8	1,178	1,121	10,74	11,66	1,086	1,058	1,146	1,070
		[4]		883,0	933,5	1,057		11,88	12,21	1,028			
		N. [2]		563,7	721,9	1,281		10,54	11,94	1,133			
		[3]		765,2	846,3	1,108		12,01	12,62	1,051			
		[4]		845,7	868,8	1,027		12,25	12,41	1,013			
Pin.... .	31 (3)	S. [2]		850,4	908,5	1,068		12,69	13.12	1,034			
		[3]	9,77	795,4	850,0	1,069	0,949	12,81	13,24	1,034	0,971	1,027	1,010
		N. [3]		909,6	647,6	0.712		13,17	11,11	0,844			

Tableau n° VIII. — *Poids spécifique, vitesse du son, coefficient d'élasticité et cohésion dans*

ESSENCE.	NUMÉRO de l'arbre.	QUANTITÉ d'eau.	NUMÉRO de la couche.	POIDS SPÉCIFIQUE.					VITESSE DU SON.				
				E.	S.	O.	N.	Moyenne.	E.	S.	O.	N.	Moyenne
Chêne.......	34 (1)	19,18	2	0,717	0,713	»	»	0,715	12,38	12,67	»	»	12,52
			4	0,823	0,777	»	»	0,800	13,02	13,09	»	»	13,05
			5	0,570	0,612	»	»	0,591	13,01	12,87	»	»	12,94
		17,40	2	0,829	0,702	0,736	0,769	0.759	11,97	13,65	13,61	13,61	13,21
			3	0,745	0,799	0,800	0,851	0,799	12,10	14,48	13,33	12,30	13,05
			4	0,725	0,746	0,710	0,697	0,719	12,33	12,88	13,67	11,50	12,59
			5	0,614	0,569	0,654	0,620	0,614	11,80	12,67	12,80	11,37	12,16
		10,96	2	0,787	0,793	0,817	0,698	0,774	12,69	14,30	14,53	14,40	13,98
			3	0,764	0,820	0,787	0,780	0,789	12,40	15,07	13,95	12,96	13,59
			4	0,813	0,707	0,756	0,696	0,743	12,89	13,58	14,20	12,16	13,21
			5	0,681	0,633	0,585	0,620	0,627	12,48	13,46	13,62	11,96	12,88
		9,20	2	»	»	0,779	0,738	0,758	»	»	14,92	13,05	13,98
			3	»	»	0,750	0,754	0,752	»	»	14,78	12,03	13,40
			4	»	»	0,730	0,719	0,724	»	»	14,22	14,00	14,11
			5	»	»	0,627	0,683	0,655	»	»	13,56	12,18	12,87
Chêne.......	34 (3)	17,16	2	0,729	0,728	0,819	0,730	0,751	12,21	13,12	12,30	12,24	12,47
			3	0,822	0,742	0,753	0,681	0,749	12,42	11,46	11,26	12,76	11,97
			4	0,661	0,689	»	0,574	0,641	12,55	12,19	»	12,11	12,28
		16,63	2	0,782	0,749	»	»	0,765	12.82	13,20	»	»	13,01
			3	0,695	0,727	»	»	0,711	11,79	12,21	»	»	12,00
			4	0,666	0,593	»	»	0,629	12,15	11,92	»	»	12,03
		8,72	2	»	»	0,723	0,713	0,718	»	»	12,84	13,18	13,01
			3	»	»	0,671	0,690	0,680	»	»	10,75	12,01	11,38
		8,54	2	0,772	0,748	0,766	0,767	0,763	13,05	13,92	12,88	12,78	13,16
			3	0,683	0,796	0,728	0,763	0,742	13,21	12,19	11,38	13,59	12,59
			4	0,638	0,618	»	0,625	0,627	13,22	13,09	»	12,91	13,07
Chêne.......	45	44,83	2	0,831	0,919	0,795	0,797	0,832	9,86	9,48	9,92	9,40	9,66
			3	0,774	0,931	»	»	0,852	10,20	9,13	»	»	9,66
			4	0,627	»	0,604	0,825	0,685	7,74	»	8,56	9,32	8,54
			5	0,602	0,631	0,634	0,674	0,635	8,22	7,80	8,34	7,37	7,93
			6	»	0,710	0,546	0,561	0,605	»	6,85	9,73	6,80	7,79
		19,53	3	0,703	0,700	»	»	0,701	10,81	10,71	»	»	10,76
			5	0,575	0,585	»	»	0,580	9,51	9,73	»	»	9,62
		10,54	2	0,746	0,712	0,691	0,622	0,643	12,15	11,94	12,12	12,14	12,09
			3	0,763	0,636	»	»	0,699	12,27	12,37	»	»	12,32
			4	0,529	»	0,506	0,647	0,561	9,63	»	10,61	11,66	10,63
			5	0,678	0,527	0,525	0,485	0,554	10,25	9,79	10,33	9,81	10,04
			6	»	0,497	0,485	0,464	0,482	»	8,93	11,62	8,70	9,75
		9,16	2	»	»	0,754	0,650	0,702	»	»	13,30	12,95	13,12
			5	»	»	0,629	0,546	0,587	»	»	11,26	10,43	10,84
			6	»	»	0,528	0,519	0,523	»	»	11,02	9,16	10,09
Hêtre	41 (1)	19,46	2	0,786	0,703	0,760	0,732	0,745	10,49	9,00	8,86	8,17	9,13
			3	0,744	0,734	0,801	0,724	0,751	11,16	9,10	10,14	12,08	10,62
			4	0,731	0,700	0,700	0,717	0,712	11,93	12,15	10,59	11,47	11,53
		18,22	3	0,728	0,747	»	»	0,737	10,77	9,43	»	»	10,10
			4	0,735	0,678	»	»	0,707	11,45	11,63	»	»	11,54
		13,94	2	0,727	0,699	0,762	»	0,729	11,17	9,59	9,26	8,58	9,65
			3	0,715	0,738	0,754	0,654	0,716	11,53	10,26	10,56	12,52	11,22
			4	0,704	0,705	0,734	0,691	0,708	12.44	12,91	11,47	12,01	12,21
		9,77	2	»	»	»	0,779	0,779	»	»	8,83	8,64	8,73
			4	»	»	0,727	0,692	0,709	»	»	11,28	12,47	11,87
Hêtre	41 (3)	16,50	3	0,752	0,769	»	»	0,760	9,72	10,42	»	»	10,07
		15,69	2	»	0,784	0,780	0,831	0,798	»	9,90	10,20	11,33	10,48
			3	0,748	0,688	0,721	0,677	0,708	11,00	11,91	11,17	12,30	11,59
		11,83	2	»	0,747	0,762	0,816	0,773	»	10,07	10,67	11,56	10,76
			3	0,786	0,743	0,757	0,709	0,749	11,46	12,04	11,40	12,70	11,90
		7,63	2	»	»	0,768	0,796	0,782	»	»	10,46	11,23	10,84
			3	»	»	0,715	0,677	0,696	»	»	10,50	13,05	11,77
Hêtre	46	22,41	2	0,768	»	»	0,800	0,784	10,58	»	»	10,28	10,43
			3	»	0,717	0,683	0,686	0.693	10,99	9,50	10,10	9,43	10,00
			4	0,686	0,668	0,679	0,657	0,672	10,17	9,59	10,28	9,71	9,94
		13,92	4	0,674	0,669	»	»	0,671	12,65	11,98	»	»	12,31
		11,49	2	0,729	»	»	0.767	0,748	13,57	»	»	12,33	12,95
			3	0,703	0,790	0,749	0,770	0,753	13,11	11,00	12,41	11,95	12,12
			4	0,664	0,741	0,648	0,713	0,691	12,64	11,88	12,76	11,94	12,30
		9,52	3	»	»	0,709	0,674	0,691	»	»	11,81	11,33	11,57
			4	»	»	0,658	0,700	0,679	»	»	11,92	10,39	11,15
Acacia.......	66 (1)	18,43	3	0,738	0,668	0,762	»	0,723	14,21	14,77	14,22	»	14,40
			4	0,790	0,796	0,822	»	0,803	13,99	14,53	12,65	»	13,72
		16,63	3	0,649	0,647	»	»	0,648	14,98	13,85	»	»	14,41
			4	0,757	0,706	»	»	0,731	13,57	13,79	»	»	13,68
		15,66	3	0,698	0,665	0,711	»	0,691	14,79	14,53	14,29	»	14,54
			4	0,801	0,729	0,730	»	0,753	14,43	14,77	12,66	»	13,95

sens des fibres, dans les mêmes couches et dans la direction des quatre points cardinaux.

COEFFICIENT D'ÉLASTICITÉ.					COHÉSION PAR MILLIMÈTRE CARRÉ.					OBSERVATIONS.
E.	S.	O.	N.	Moyenne.	E.	S.	O.	N.	Moyenne.	
236,8	1288,8	»	»	1262,8	2,90	7,22	»	»	5,06	
570,8	1497,4	»	»	1534,1	9,67	8,15	»	»	8,91	
086,9	1141,3	»	»	1114,1	5,41	7,54	»	»	6.47	
346,7	1472,0	1534,2	1602,5	1488,8	»	»	»	»	»	
227,5	1885,3	1599,7	1448,9	1540,3	»	»	»	»	»	
240,4	1394,4	1493.1	1039,0	1291,7	»	»	»	»	»	
1074,6	1023,6	1205.9	902,0	1051,5	»	»	»	»	»	
1425,8	1825,5	1940,8	1628,3	1705,1	2,20	5,29	9,69	3,85	5,26	
1321,5	2096,1	1723,4	1475,2	1404,0	6,62	9,69	7,05	3,52	6,72	
1520,0	1466,8	1714,6	1188,3	1472,4	7,53	9,03	11,45	7,49	8,87	
1193,9	1291,2	1220,8	998,3	1176,0	8,39	9,03	7,49	5,85	7,69	
»	»	1950,5	1411,6	1681,0	»	»	»	»	»	
»	»	1843,0	1228,2	1535,6	»	»	»	»	»	
»	»	1660,3	1588,3	1624,3	»	»	»	»	»	
»	»	1296,8	1139,1	1217,9	»	»	»	»	»	
1223,1	1410,3	1394,4	1230,8	1314,6	»	»	»	»	»	
1438,2	1096,6	1074,3	1247,8	1214,2	»	»	»	»	»	
1171,6	1152,2	»	947,3	1090,4	»	»	»	»	»	
1445,7	1468,1	»	»	1456,9	6,45	5,00	»	»	5,72	
1088,2	1218,9	»	»	1153,5	5.32	7,34	»	»	6,33	
1106,8	948,9	»	»	1027,8	5.67	4,33	»	»	5,00	
»	»	1342,5	1395,3	1368,9	»	»	»	»	»	
»	»	1356,2	1121,1	1238,6	»	»	»	»	»	
1478,7	1631,2	1430,5	1410,1	1487,6	9,43	7,16	5.82	5,37	6,94	
1341,3	1331,1	1060,3	1586,1	1329,7	5,70	5,37	9,40	6,27	6.68	
1255,5	1191,3	»	1171,6	1206,1	4,50	7,51	»	5,82	5,98	
909,0	928,9	881,0	792,3	877,8	»	»	»	»	»	
905,7	873,2	»	»	889,4	»	»	»	»	»	
422,7	»	498,6	805,6	575,6	»	»	»	»	»	
458,1	430,9	495,8	412,3	449,3	»	»	»	»	»	
»	375,4	581,5	492,1	416,3	»	»	»	»	»	
924,2	903,6	»	»	913,9	6,72	5,04	»	»	5,88	
585,0	523,3	»	»	604,1	2,98	4,62	»	»	3,80	
1239,0	1141,0	1141,0	1031,0	1138,0	3,05	4,21	5,77	3,99	4,25	
1292,0	1095,0	»	»	1193,0	4,52	3,14	»	»	3,83	
552,0	»	641,0	990,0	728,0	2,23	»	3,14	6,21	3,86	
801,0	569,0	630,0	526,0	631,0	4,11	3,55	3.11	3,14	3,48	
»	446,0	737,0	395,0	526,0	»	2,66	3,10	1,72	2,49	
»	»	1501,6	1227,0	1364,3	»	»	»	»	»	
»	»	898,0	668,0	783,0	»	»	»	»	»	
»	»	722,2	490,0	606,1	»	»	»	»	»	
973,3	640,8	671,4	543,1	707,1	»	»	»	»	»	
1042,8	684,0	926,8	1188,9	960,6	»	»	»	»	»	
1162,6	1162,9	885,7	1060,6	1067,9	»	»	»	»	»	
950,6	747,6	»	826,5	849,1	6,91	5.89	»	»	6,40	
1083,7	1032,2	»	1057,9	1057,9	3,48	5,81	»	»	4,64	
1020,5	723,7	735,3	»	826,5	5,79	5,12	4,27	4,27	4,86	
1070,1	874,8	947,1	1161,3	1013,3	7,75	5,12	7.26	3,42	5,89	
1225,8	1321,5	1087,1	1120,8	1188,8	6,52	4,70	7,31	5,55	6,02	
»	»	»	654,1	654,1	»	»	»	»	»	
»	»	1041,4	1210,3	1125,8	»	»	»	»	»	
799,0	939,4	»	»	869,2	2,41	5,87	»	»	4,14	
»	864,7	913,2	1200,5	992,8	»	»	»	»	»	
018,4	1098,2	1010.9	1152,7	1070,0	»	»	»	»	»	
»	852,6	976,7	1226,7	1018,7	»	4,83	4,83	5,93	5,19	
161,0	1213,0	1106,4	1287,1	1191,9	6,01	5,49	7.46	7,32	6.57	
»	»	946,4	1130,2	1038,3	»	»	»	»	»	
»	»	887,4	1297,4	1092,4	»	»	»	»	»	
967,3	»	»	951,4	959,3	»	»	»	»	»	
»	728,2	784,0	686,5	732,9	»	»	»	»	»	
798,4	691,3	807,1	598,5	748,8	»	»	»	»	»	
214,1	1080,0	»	»	1147,0	4,28	2,86	»	»	3,57	
510,7	»	»	1311,9	1411,3	8,33	»	»	8,08	8,20	
359,8	1075,0	1298,0	1237,9	1242,7	4,58	4,04	8,08	4,94	5,41	
193,9	1177,4	1187,5	1144,5	1175,8	4,74	5,39	6,29	4,04	5,11	
»	»	1113,7	973,0	1043,3	»	»	»	»	»	
»	»	1052,8	851,1	951,9	»	»	»	»	»	
679,0	1640,0	1734,0	»	1684,3	»	»	»	»	»	
740,0	1889,0	1480,0	»	1703,0	»	»	»	»	»	
639,0	1396,7	»	»	1517,8	6,26	11,59	»	»	8,92	
568,8	1510,9	»	»	1539,8	9,25	9,06	»	»	9,15	
719,1	1579,1	1634,0	»	1644,1	3,49	13,58	»	»	11,03	
878,0	1789,3	1316,0	»	1661,1	7,20	11,45	10,21	»	9,52	

[Suite.] Tableau n° VIII. — *Poids spéc., vitesse du son, coeffic. d'élast. et cohésion dan*

ESSENCE.	NUMÉRO de l'arbre.	QUANTITÉ d'eau.	NUMÉRO de la couche.	POIDS SPÉCIFIQUE.					VITESSE DU SON.				
				E.	S.	O.	N.	Moyenne.	E.	S.	O.	N.	Moyenn
Acacia.......	66 (2)	18,43	3	»	»	0,695	0,654	0,674	»	»	14,64	14,70	14,67
			4	»	»	0,719	0,671	0,695	»	13,63	13,63	14,40	13,89
		15,66	3	»	»	0,673	0,651	0,662	»	»	14,77	14,88	14,82
			4	»	0,757	0,709	0,700	0,722	»	13,85	13,63	14,64	14,04
		9,82	3	»	»	0,678	0,630	0,654	»	»	15,52	16,33	15,92
			4	»	»	0,711	0,736	0,723	»	»	15,64	15,89	15,76
Acacia.......	66 (4)	18,43	4	»	»	0,704	0,754	0,729	»	»	14,77	14,18	14,47
		15,66	4	»	»	0,718	0,734	0,726	»	»	14,77	14,53	14,65
Sapin........	18 (1)	21,87	2	0,424	0,421	0,395	0,380	0,405	14,01	14,80	14,91	14,58	14,57
			3	0,462	0,432	0,561	0,545	0,500	15,72	14,81	14,59	17,04	15,54
			4	0,494	0,468	0,586	0,438	0,496	15,11	14,98	11,73	15,31	14,28
			5	0,508	0,512	0,521	0,493	0,508	15,85	15,29	15,80	16,12	15,76
		18,89	2	0,410	0,403	»	»	0,406	14,49	15,15	»	»	14,82
			3	0,475	0,435	»	»	0,455	16,12	15,47	»	»	15,79
			4	0,502	0,464	»	»	0,483	15,98	14,01	»	»	14,99
			5	0,525	0,556	»	»	0,540	15,84	15,11	»	»	15,47
		16,28	2	0,485	0,475	0,434	0,402	0,449	15,22	15,67	15,69	15,33	15,48
			3	0,514	0,508	0,539	0,481	0,510	16,41	15,57	15,35	17,86	16,29
			4	0,521	0,513	0,572	0,461	0,517	15,91	15,76	12,32	16,13	15,03
			5	0,536	0,522	0,517	0,529	0,526	16,55	16,11	16,32	16,85	16,28
		9,13	4	»	»	0,540	0,544	0,542	»	»	12,99	16,63	14,81
			5	»	»	0,526	0,500	0,513	»	»	16,93	17,09	17,01
Sapin........	18 (3)	18,65	2	0,407	0,520	0,375	0,592	0,473	15,22	13,41	12,58	12,76	13,49
			3	0,462	0,514	0,476	0,499	0,488	15,25	14,45	15,76	17,31	15,69
			4	0,447	0,473	0,555	»	0,492	15,84	14,42	15,93	16,14	15,58
			5	0,458	0,468	0,452	0,455	0,458	16,27	15,76	15,66	16,77	16,11
		17,97	2	0,377	0,394	»	»	0,385	14,68	12,26	»	»	13,47
			3	0,474	0,480	»	»	0,477	15,45	15,16	»	»	15,30
			4	0,500	0,509	»	»	0,504	15,60	14,87	»	»	15,23
			5	0,459	0,425	»	»	0,442	16,09	16,56	»	»	16,32
		15,98	2	0,405	0,532	0,425	0,461	0,455	15,39	13,80	12,95	13,10	13,81
			3	0,480	0,459	0,494	0,540	0,493	15,66	14,87	16,11	17,61	16,06
			4	0,475	0,547	0,526	0,477	0,506	16,55	14,82	16,39	16,59	16,09
			5	0,474	0,494	0,468	0,485	0,480	16,84	16,14	16,19	17,17	16,58
		8,71	2	»	»	0,365	0,389	0,372	»	»	13,50	15,80	14,65
			4	»	»	0,590	0,473	0,531	»	»	16,28	17,46	16,87
			5	»	»	0,488	0,491	0,489	»	»	17,39	17,69	17,54
Sapin........	18 (5)	18,78	2	0,393	0,541	»	0,397	0,413	13,91	14,93	»	13,86	14,23
			3	0,482	0,429	0,409	0,427	0,432	14,76	14,91	14,44	14,68	14,64
			4	0,436	0,419	0,415	0,430	0,425	16,19	16,06	15,53	16,01	15,96
		14,51	2	0,422	0,515	»	0,467	0,468	14,49	15,24	»	14,10	14,61
			3	0,496	0,521	0,444	0,511	0,493	14,77	15,22	14,73	14,97	14,92
			4	0,468	0,470	0,455	0,465	0,464	16,37	16,23	15,70	16,39	16,17
		9,79	2	»	0,434	»	0,471	0,452	»	15,85	»	13,94	14,89
			3	»	0,456	0,486	0,431	0,458	»	16,27	14,45	17,04	15,92
			4	»	0,471	»	0,508	0,489	»	17,23	»	16,17	16,70
Pin.	31 (1)	61,60	2	0,873	»	0,566	0,828	0,756	7,35	»	8,02	7,91	7,76
			3	0,903	0,986	0,663	0,959	0,878	7,44	7,83	7,24	7,78	7,57
			4	0,979	1,013	0,701	1,025	0,929	7,57	8,26	7,73	7,69	7,81
		15,90	2	0,408	»	0,609	0,452	0,490	10,99	»	8,84	10,97	10,27
			3	0,513	0,420	0,451	0,427	0,453	11,37	10,74	9,25	11,92	10,82
			4	0,463	0,507	0,517	0,435	0,480	12,07	11,55	9,85	11,73	11,30
		13,50	2	0,443	»	0,560	0,450	0,484	11,68	»	9,72	11,94	11,11
			3	0,485	0,526	0,494	0,472	0,494	11,92	11,66	9,99	12,62	11,55
			4	0,463	0,556	0,473	0,501	0,498	12,80	12,21	10,62	12,41	12,01
		11,68	3	0,452	0,552	»	»	0,502	11,64	11,08	»	»	11,36
			4	0,419	0,421	»	»	0,420	12,55	11,64	»	»	12,09
		9,97	2	»	»	0,488	0,463	0,475	»	»	9,16	12,58	10,87
			3	»	»	0,539	0,528	0,533	»	»	9,76	13,11	11,43
			4	»	»	0,580	0,527	0,553	»	»	12,06	13,00	12,53
Pin.....	31 (3)	14,63	2	0,394	0,427	»	»	0,410	12,26	»	»	»	12,26
			3	0,422	0,471	»	»	0,446	12,77	11,98	»	»	12,37
		14,07	2	0,417	0,438	0,429	0,633	0,479	11,76	12,54	10,96	10,97	11,56
			3	0,435	0,438	0,584	0,421	0,469	11,69	12,14	11,03	10,48	11,33
		9,96	2	»	»	0,439	0,494	0,466	»	»	11,67	11,66	11,66
			3	»	»	0,489	0,506	0,497	»	»	11,69	13,05	12,37
		9,77	2	0,423	0,469	0,435	0,430	0,439	12,04	13,12	12,05	11,80	12,25
			3	0,439	0,431	0,421	0,466	0,439	12,59	13,24	11,95	11,11	12,22

sens des fibres, dans les mêmes couches et dans la direction des quatre points cardinaux.

COEFFICIENT D'ÉLASTICITÉ.					COHÉSION PAR MILLIMÈTRE CARRÉ.					OBSERVATIONS.
:.	S.	O.	N.	Moyenne.	E.	S.	O.	N.	Moyenne.	
»	»	1676,0	1592,0	1634,0	»	»	»	»	»	
»	1681,0	1504,0	1565,0	1583,3	»	»	»	»	»	
»	»	1652,0	1622,0	1637,0	»	»	»	10,30	10,30	
»	1633,0	1483,0	1688,0	1601,3	»	11,04	8,66	»	9,85	
»	»	1984,0	1790,0	1887,0	»	»	»	»	»	
»	»	2161,0	1995,0	2078,0	»	»	»	»	»	
»	»	1728,0	1706,0	1717,0	»	»	»	»	»	
»	»	1762,0	1743,0	1752,5	»	»	10,19	13,58	11,88	
36,5	1037,6	988,1	909,0	967,8	»	»	»	»	»	
83,2	1064,9	1343,9	1780,9	1368,2	»	»	»	»	»	
69,2	1181,8	1062,1	1155,3	1167,1	»	»	»	»	»	
36,2	1347,0	1463,7	1441,7	1422,1	»	»	»	»	»	
68,9	1040,9	»	»	1004,9	4,32	4.11	»	»	4,21	
88,6	1171,8	»	»	1280,2	4,88	4,92	»	»	4,90	
43,0	1024,3	»	»	1233,6	4,30	6,34	»	»	5,32	
82,9	1428,5	»	»	1455,7	5,81	5,42	»	»	5,61	
65,0	1313,0	1202,6	1063,4	1211,0	4,23	3,93	4,89	4,68	4,43	
57,0	1386,0	1496,0	1726,6	1541,4	4,22	3,77	4,68	5,96	4,66	
83,0	1435,0	976,3	1350,0	1311,1	4,71	5,39	3,83	5,53	4,87	
53,0	1526,0	1550,2	1689,7	1604,7	6,42	11,40	8,72	7,23	8,44	
»	»	1025,5	1693,8	1359,6	»	»	»	»	»	
»	»	1697,7	1642,5	1670,1	»	»	»	»	»	
061,0	1052,3	667,8	»	966,4	»	»	»	»	»	
209,6	1207,7	1331,5	»	1249,6	»	»	»	»	»	
262,1	1106,8	1585.9	»	1318,3	»	»	»	»	»	
164,4	1308,1	1247,5	1440,0	1340,0	»	»	»	»	»	
914,0	666,5	»	»	790,2	2,98	»	»	»	2,98	
273,1	1241,5	»	»	1257,3	3,69	3,12	»	»	3,41	
368,8	1266,6	»	»	1317,7	4,25	4,28	»	»	4,26	
337,7	1311,6	»	»	1324,6	4.76	3,90	»	»	4,33	
979,0	1140,0	802,2	890,6	977,9	4,51	3,26	4,24	3,46	3,87	
325,0	1141,0	1443,4	1885,3	1448,7	5,33	6,25	4,45	5,55	5,39	
465,0	1353,0	1590,1	1477,1	1471,3	8,26	5,98	7,99	6.30	7,13	
512,0	1447,0	1381,2	1608,4	1487,1	7,82	6,95	5,56	7,01	6,83	
»	»	748,5	1089,5	919,0	»	»	»	»	»	
»	»	1759,3	1610,9	1685,1	»	»	»	»	»	
»	»	1660,8	1729,8	1695,3	»	»	»	»	»	
155,7	1132,4	»	858,2	948,8	»	»	»	»	»	
181,8	1108,3	959,8	1035,5	1071,3	»	»	»	»	»	
186,2	1216.2	1126,4	1240,3	1217,2	»	»	»	»	»	
097,1	1345.3	»	1044,6	1129,0	2,67	3,64	»	4,09	3,47	
217.0	1358,2	1084,0	1288,2	1236,8	4,79	5,46	4,98	5,91	5,28	
411,0	1393,7	1263,0	1405.7	1368,3	7,34	5,46	5,56	5,46	5,95	
»	1228,0	»	1030,7	1129,3	»	»	»	»	»	
»	1358,4	1141,8	1409,4	1303,2	»	»	»	»	»	
»	1572,8	»	1496,4	1534,6	»	»	»	»	»	
530,4	»	410,1	582,8	507,8	»	»	»	»	»	
561,8	680,1	390.7	653,2	571,4	»	»	»	»	»	
531,0	778,2	471,2	681,9	640,6	»	»	»	»	»	
554,7	»	536,2	612,6	567,8	»	»	»	»	»	
746,3	545,0	434,1	682,2	601,9	»	»	»	»	»	
759,3	761,4	565,2	673,3	689,8	»	»	»	»	»	
679,9	»	595,7	721,9	665,8	2,47	»	1,20	1,40	1,69	
774,9	804,8	554,4	846,3	745,1	2,00	2,24	1,60	4,41	2,56	
453,6	933,5	600,3	868,6	814,0	2,45	3,31	3,01	2,20	2,74	
689,0	763,0	»	»	726,0	3,21	4,96	»	»	4,08	
742,2	642,4	»	»	692,3	2,86	3,98	»	»	3,42	
»	»	460,9	824,3	642,6	»	»	»	»	»	
»	»	577,2	1022,4	799,8	»	»	»	»	»	
»	»	949,7	1002,0	975,8	»	»	»	»	»	
366,6	»	»	»	666,6	2,19	3,42	»	»	2,81	
774,8	761,0	»	»	767,9	2,64	3,04	»	»	2,84	
348,5	775,5	580,1	579,9	646,0	»	»	»	»	»	
369,3	762,9	590,6	520,8	685,9	»	»	»	»	»	
»	»	673,5	756,2	714,8	»	»	»	»	»	
»	»	752,8	970,4	861,6	»	»	»	»	»	
390,5	908,5	710,6	673,3	745,7	1,66	1,65	1,61	1,61	1,63	
383,3	850,0	677,0	647,6	739,5	1,93	2,35	1,21	1,82	1,83	

Tableau n° IX. — *Propriétés mécaniques des couch*

ESSENCE.	NUMÉRO de l'arbre.	QUANTITÉ d'eau.	DENSITÉ DES COUCHES.					VITESSE DU SON DANS LES COUCHES.				
			1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
Charme	7	37,22	0,721	0,772	"	"	"	9,90	10,19	"	"	"
		11,01	0,571	0,650	"	"	"	12,91	12,55	"	"	"
		8,95	0,566	0,594	"	"	"	13,30	12,96	"	"	"
Tremble.....	8	38,56	0,462	0,467	0,496	0,553	"	11,36	13,86	13,46	14,00	"
		21,83	0,436	0,498	0,486	0,527	"	13,33	15,58	15,49	16,50	"
		8,61	0,421	0,502	0,473	0,521	"	14,85	15,16	16,10	16,88	"
Aune.........	12	28,55	0,513	0,547	0,522	"	"	11,17	14,06	13,80	"	"
		16,03	0,490	0,525	0,504	"	"	13,05	15,12	14,99	"	"
		9,25	0,453	0,501	0,475	"	"	15,09	14,97	15,38	"	"
Sycomore....	22	31,62	0,541	0,605	0,679	"	"	11,18	13,14	13,54	"	"
		15,08	0,521	0,569	0,611	"	"	12,53	14,24	14,56	"	"
		10,71	0,505	0,533	0,613	"	"	13,97	14,13	13,53	"	"
Érable.......	23	29,04	0,583	0,630	0,630	"	"	11,28	11,41	11,74	"	"
		13,79	0,549	0,584	0,602	"	"	12,74	13,13	13,01	"	"
		8,75	0,518	0,592	0,607	"	"	13,90	13,63	13,95	"	"
Chêne.......	3	19,08	"	0,715	0,813	0,800	0,591	"	12,52	14,51	13,05	12,9
		17,40	0,757	0,759	0,799	0,719	0,614	11,44	13,21	13,05	12,59	12,1
		10,96	0,749	0,774	0,789	0,743	0,627	11,55	13,98	13,59	13,21	12,8
		9,20	0,707	0,758	0,752	0,724	0,655	15,23	13,98	13,40	14,11	12,8
Chêne.......	34 (3)	17,16	0,713	0,751	0,749	0,641	"	12,58	12,47	11,97	12,28	"
		16,63	"	0,765	0,711	0,629	"	"	13,01	12,00	12,03	"
		8,72	0,677	0,718	0,680	"	"	13,76	13,01	11,38	"	"
		8,54	0,739	9,763	0,742	0,627	"	13,38	13,16	12,59	13,07	"
Chêne.......	45	44,83	0,726	0,832	0,852	0,685	0,635	9,84	9,66	9,66	8,54	7,93
		"	"	"	"	"	0,605	"	"	"	"	7,79
		19,53	"	"	0,701	0,523	0,580	"	"	10,76	9,02	9,62
		"	"	"	"	"	0,531	"	"	"	"	8,80
		10,54	0,646	0,693	0,699	0,561	0,554	12,14	12,09	12,32	10,63	10,04
		"	"	"	"	"	0,482	"	"	"	"	9,75
		9,16	0,692	0,702	"	0,713	0,587	12,37	13,12	"	12,41	10,84
		"	"	"	"	"	0,523	"	"	"	"	10,09

ns le sens des fibres et à différents degrés d'humidité.

COEFFICIENT D'ÉLASTICITÉ DES COUCHES.					COHÉSION DES COUCHES PAR MILLIMÈTRE CARRÉ.				
1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
95,6	902,3	″	″	″	2,60	2,86	″	″	″
70,4	1152,1	″	″	″	2,82	3,31	″	″	″
25,6	1122,1	″	″	″	″	″	″	″	″
71,2	1009,8	1010,9	1220,0	″	1,30	4,08	″	2,66	″
71,7	1359,5	1312,0	1615,0	″	3,18	5,54	6,60	7,60	″
45,0	1298,6	1380,0	1669,3	″	″	″	″	″	″
20,2	1216,7	1118,8	″	″	3,11	4,39	3,82	″	″
38,9	1350,6	1274,1	″	″	3,16	4,53	4,96	″	″
62,0	1263,6	1265,0	″	″	″	″	″	″	″
61,2	1174,8	1400,4	″	″	2,26	6,33	7,27	″	″
20,3	1298,9	1457,1	″	″	3,19	7,08	5,44	″	″
08,7	1186,2	1263,1	″	″	″	″	″	″	″
34,3	923,2	978,0	″	″	1,54	1,30	1,56	″	″
02,2	1136,5	1146,3	″	″	4,05	5,07	5,10	″	″
26,7	1237,8	1330,3	″	″	″	″	″	″	″
″	1262,8	1925,1	1534,1	1114,1	″	5,06	6,90	8,90	6,47
14,9	1488,8	1540,3	1291,7	1051,5	″	″	″	″	″
21,5	1705,1	1654,0	1472,4	1176,0	4,31	5,26	6,72	8,87	7,69
45,5	1681,0	1535,6	1624,3	1217,9	″	″	″	″	″
69,8	1314,6	1214,2	1090,4	″	″	″	″	″	″
″	1456,9	1153,5	1027,8	″	″	5,72	6,33	5,00	″
41,7	1368,9	1238,6	″	″	″	″	″	″	″
88,6	1487,6	1329,7	1206,1	″	2,72	6,94	6,68	5,98	″
90,7	877,8	889,4	575,6	449,3	″	″	″	″	″
″	″	″	″	416,3	″	″	″	″	″
″	″	913,9	478,4	604,1	″	″	5,88	5,04	3,80
″	″	″	″	462,8	″	″	″	″	4,20
71,0	1138,0	1193,0	728,0	631,0	2,49	4,25	3,83	3,86	3,48
″	″	″	″	526,0	″	″	″	″	2,49
92,0	1364,3	″	1237,0	783,0	″	″	″	″	″
″	″	″	″	606,1	″	″	″	″	″

[Suite.] **Tableau n° IX. — *Propriétés mécaniques des couches***

ESSENCE.	NUMÉRO de l'arbre.	QUANTITÉ d'eau.	DENSITÉ DES COUCHES.					VITESSE DU SON DANS LES COUCHES.				
			1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3	4.	5.
Bouleau	39	37,83	0,783	0,751	0,795	0,787	0,797	11,33	11,52	12,05	11,14	10,44
		10,67	0,583	0,672	0,721	0,736	0,742	15,41	15,50	15,41	13,38	12,16
		9,02	0,580	0,670	0,742	0,747	0,710	14,91	15,92	14,68	13,73	11,87
Hêtre........	41 (1)	19,46	0,785	0,745	0,751	0,712	″	9,04	9,13	10,62	11,53	″
		18,22	″	0,707	0,737	0,707	″	″	9,13	10,10	11,54	″
		13,94	0,730	0,729	0,716	0,708	″	9,73	9,65	11,22	12,21	″
		9,77	0,716	0,779	0,716	0,709	″	10,37	8,73	11,81	11,87	″
Hêtre........	41 (3)	16,50	″	0,807	0,760	″	″	″	9,16	10,07	″	″
		15,69	0,663	0,798	0,708	″	″	9,06	10,48	11,59	″	″
		11,83	0,664	0,775	0,744	″	″	9,23	10,76	11,90	″	″
		7,63	″	0,782	0,696	″	″	″	10,84	11,77	″	″
Hêtre........	46	22,41	″	0,784	0,695	0,672	″	″	10,43	10,00	9,94	″
		13,92	″	0,726	0,706	0,671	″	″	12,62	12,60	12,31	″
		11,49	″	0,748	0,753	0,691	″	″	12,95	12,12	12,30	″
		9,52	″	0,719	0,691	0,679	″	″	12,05	11,57	11,15	″
Frêne	57	31,50	0,635	0,742	″	″	″	13,05	13,30	″	″	″
		10,54	0,580	0,694	″	″	″	14,70	14,85	″	″	″
		8,61	0,555	0,617	″	″	″	14,02	14,74	″	″	″
Orme........	58	33,26	0,601	0,670	0,709	0,741	″	9,08	10,53	12,51	12,07	″
		9,22	0,558	0,618	0,642	0,707	″	12,82	13,99	13,28	13,95	″
		9,17	0,546	0,502	0,650	0,653	″	12,30	13,24	14,46	14,62	″
Peuplier.....	64 (1)	22,73	0,345	0,300	0,360	0,288	″	11,65	12,00	11,72	11,08	″
		22,55	″	0,330	0,347	0,317	″	″	11,56	12,19	11,05	″
		17,21	0,390	0,334	0,300	0,339	″	12,44	12,42	12,52	11,61	″
		11,37	0,362	0,307	″	0,291	″	12,39	13,20	″	11,29	″
Peuplier.....	64 (3)	22,73	0,363	0,356	0,353	0,360	″	13,85	13,41	13,77	13,50	″
		22,55	″	″	0,369	0,378	″	″	″	12,62	13,41	″
		17,21	0,340	0,337	0,357	0,381	″	14,33	13,93	14,23	13,72	″
		11,37	0,378	″	0,373	″	″	11,27	″	15,47	″	″
Acacia.......	66 (1)	18,43	0,623	0,691	0,723	0,803	″	14,10	14,24	14,40	13,72	″
		16,63	″	0,722	0,648	0,731	″	″	15,18	14,41	13,68	″

ans le sens des fibres et à différents degrés d'humidité.

COEFFICIENT D'ÉLASTICITÉ DES COUCHES.					COHÉSION DES COUCHES PAR MILLIMÈTRE CARRÉ.				
1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
1130,6	1122,4	1298,7	1098,5	976,7	3,89	"	4,55	"	3,13
1558,1	1817,0	1926,9	1483,6	1234,4	7,03	7,48	7,01	4,14	3,15
1452,0	1912,4	1802,0	1583,7	1125,1	"	"	"	"	"
722,0	707,1	960,6	1067,9	"	"	"	"	"	"
"	662,5	841,6	1057,9	"	"	"	6,40	4,64	"
778,1	826,5	1013,3	1188,8	"	2,99	4,86	5,89	6,02	"
866,9	654,1	1122,6	1125,8	"	"	"	"	"	"
"	756,9	869,2	"	"	"	3,95	4,14	"	"
612,4	992,8	1070,0	"	"	"	"	"	"	"
643,1	1018,7	1191,9	"	"	1,98	5,19	6,57	"	"
"	1038,3	1092,4	"	"	"	"	"	"	"
"	959,3	732,9	748,8	"	"	"	"	"	"
"	1301,7	1260,4	1147,0	"	"	5,61	3,60	3,57	"
"	1411,3	1242,7	1175,8	"	"	8,20	5,41	5,11	"
"	1174,1	1043,3	951,9	"	"	"	"	"	"
1216,7	1476,4	"	"	"	4,65	6,49	"	"	"
1409,2	1723,0	"	"	"	5,68	7,71	"	"	"
1227,9	1509,2	"	"	"	"	"	"	"	"
558,2	836,1	1248,7	1215,6	"	2,07	5,74	8,89	8,59	"
1033,1	1361,5	1273,9	1548,5	"	"	"	"	"	"
929,7	1108,4	1530,2	1569,7	"	1,62	3,62	7,68	5,38	"
527,1	486,1	556,4	397,9	"	"	"	"	"	"
"	496,6	580,2	435,3	"	"	2,05	2,04	"	"
679,0	579,9	529,0	514,4	"	3,26	2,26	2,43	1,77	"
624,9	601,3	"	417,9	"	"	"	"	"	"
778,0	718,4	752,5	738,3	"	"	"	"	"	"
"	"	661,6	765,3	"	"	"	"	"	"
785,3	735,7	813,4	807,2	"	2,02	1,01	2,34	2,26	"
539,8	"	1005,6	"	"	"	"	"	"	"
1394,0	1577,0	1684,3	1703,0	"	"	"	"	"	"
"	1871,6	1517,8	1539,8	"	"	8,67	8,92	9,15	"

[Suite.] Tableau n° IX. — *Propriétés mécaniques des couches*

ESSENCE.	NUMÉRO de l'arbre.	QUANTITÉ d'eau.	DENSITÉ DES COUCHES.					VITESSE DU SON DANS LES COUCHES.				
			1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
Acacia.......	66 (1)	15,66	0,617	0,684	0,691	0,753	″	14,09	14,32	14,44	13,95	″
		9,82	0,660	″	0,764	0,754	″	15,62	″	15,18	13,23	″
Acacia.......	66 (2)	18,43	0,712	0,717	0,674	0,695	″	14,52	15,64	14,67	13,89	″
		15,66	0,706	0,716	0,662	0,722	″	15,55	16,21	14,82	14,04	″
		9,82	0,638	0,725	0,654	0,723	″	16,43	16,66	15,92	15,76	″
Acacia.......	66 (3)	18,43	0,795	0,669	0,656	0,741	″	13,71	14,29	14,18	14,06	″
		15,66	0,677	0,680	0,675	0,709	″	13,71	14,77	14,07	14,07	″
Acacia.......	66 (4)	18,43	0,586	″	0,680	0,729	″	13,96	″	14,77	14,47	″
		15,66	0,603	″	0,703	0,726	″	14,29	″	14,77	14,65	″
		9,82	″	″	″	0,711	″	″	″	″	16,13	″
Sapin	18 (1)	21,87	0,558	0,405	0,500	0,496	0,508	10,33	14,57	15,54	14,28	15,76
		18,89	″	0,406	0,455	0,483	0,540	″	14,82	15,79	14,99	15,47
		16,28	0,435	0,449	0,510	0,517	0,526	11,03	15,48	16,29	15,03	16,46
		9,13	0,545	0,432	″	0,542	0,513	12,23	15,85	16,40	14,81	17,01
Sapin	18 (3)	18,65	0,603	0,473	0,488	0,492	0,458	10,94	13,49	15,69	15,58	16,11
		17,97	″	0,385	0,477	0,504	0,442	″	13,47	15,30	15,23	16,32
		15,98	0,487	0,455	0,493	0,506	0,480	11,32	13,81	16,06	16,09	16,58
		8,71	0,436	0,377	″	0,531	0,489	13,32	14,65	″	16,87	17,54
Sapin	18 (5)	19,84	″	0,410	0,474	0,462	″	″	13,40	15,04	16,32	″
		18,78	0,482	0,444	0,437	0,425	″	10,96	14,23	14,70	15,96	″
		14,51	0,480	0,468	0,493	0,464	″	11,31	14,61	14,92	16,17	″
		9,79	0,419	0,452	0,458	0,489	″	13,71	14,89	15,92	16,70	″
Sapin	65 (1)	20,20	″	0,503	0,448	0,464	0,519	″	10,07	11,85	15,11	14,83
		10,26	″	0,449	0,359	0,473	0,477	″	11,47	12,49	16,34	16,71
		7,27	″	0,406	0,406	0,416	0,366	″	12,16	14,01	16,90	17,08
Sapin	65 (2)	20,20	″	0,411	″	0,454	0,412	″	13,58	″	14,87	14,36
		10,26	″	0,400	″	0,433	0,464	″	14,32	″	15,62	17,26
		7,27	″	0,391	″	0,391	0,408	″	14,62	″	16,27	17,80
Sapin	65 (3)	20,20	″	0,384	0,385	0,481	0,473	″	13,36	12,43	14,62	15,34
		10,26	″	0,468	0,453	0,462	0,439	″	14,14	13,16	15,67	16,62
		7,27	″	0,355	0,397	0,416	0,386	″	14,89	13,89	16,68	17,20

ans le sens des fibres et à différents degrés d'humidité.

COEFFICIENT D'ÉLASTICITÉ DES COUCHES.					COHÉSION DES COUCHES PAR MILLIMÈTRE CARRÉ.				
1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
1378,4	1578,0	1644,1	1661,1	″	5,09	11,61	11,03	9,62	″
1812,0	″	1980,0	1486,0	″	″	″	″	″	″
1689,0	1973,0	1634,0	1583,3	″	″	″	″	″	″
1920,0	2117,0	1637,0	1601,3	″	4,43	10,19	10,30	9,85	″
1755,0	2176,0	1887,0	2078,0	″	″	″	″	″	″
1682,0	1538,0	1484,0	1650,0	″	″	″	″	″	″
1433,0	1669,0	1503,0	1578,0	″	2,47	4,14	5,76	6,91	″
1285,0	″	1669,0	1717,0	″	″	″	″	″	″
1386,0	″	1726,0	1752,5	″	5,09	″	10,19	11,88	″
″	″	″	2220,0	″	″	″	″	″	″
670,1	967,8	1368,2	1167,1	1422,1	″	″	″	″	″
″	1004,9	1280,2	1233,6	1455,7	″	4,21	4,90	5,32	5,61
595,6	1211,0	1541,4	1311,1	1604,7	1,59	4,43	4,66	4,87	8,44
916,9	1220,7	1864,0	1359,6	1670,1	″	″	″	″	″
812,1	966,4	1249,6	1318,3	1340,0	″	″	″	″	″
″	790,2	1257,3	1317,7	1324,6	″	2,98	3,41	4,26	4,33
702,9	977,9	1448,7	1471,3	1487,1	3,89	3,87	5,39	7,13	6,83
870,3	919,0	″	1685,1	1695,3	″	″	″	″	″
″	828,5	1207,2	1384,6	″	″	2,12	2,71	4,13	″
651,5	948,8	1071,3	1217,2	″	″	″	″	″	″
691,3	1129,0	1236,8	1368,3	″	2,38	3,47	5,28	5,95	″
894,3	1129,3	1303,2	1534,6	″	″	″	″	″	″
″	546,0	785,3	1184,0	1250,0	″	″	″	″	″
″	664,8	630,2	1421,2	1498,9	″	1,11	1,83	2,93	4,06
″	676,0	897,0	1337,0	1202,0	″	″	″	″	″
″	853,5	″	1129,0	956,6	″	″	″	″	″
″	923,1	″	1188,9	1555,6	″	3,12	″	2,62	″
″	940,0	″	1165,0	1454,0	″	″	″	″	″
″	771,4	669,2	1157,0	1253,0	″	″	″	″	″
″	1053,0	882,9	1276,7	1364,7	″	″	2,64	3,94	″
″	886,0	861,0	1302,0	1285,0	″	″	″	″	″

[Suite.] Tableau n° IX. — *Propriétés mécaniques des couches*

ESSENCE.	NUMÉRO de l'arbre.	QUANTITÉ d'eau.	DENSITÉ DES COUCHES.					VITESSE DU SON DANS LES COUCHES.				
			1.	2	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
Sapin	65 (4)	20,20	"	0,372	0,427	0,495	0,461	"	12,63	13,89	14,71	15.2
		10,26	"	0,484	0,469	0,522	0,491	"	13,24	14,87	15,51	16,1
		7,27	"	0,408	0,387	0,456	0,422	"	13,66	15,27	16,18	16,6
Sapin	65 (5)	20,20	"	0,439	0,424	0,454	0,500	"	13,62	13,85	13,93	14,4
		10,26	"	0,443	0,426	0,462	0,450	"	13,74	14,24	13,98	15,4
		7,27	"	"	"	0,402	"	"	"	"	15,30	"
Sapin	65 (6)	20,20	0,454	0,391	0,437	0,473	0,465	9,80	13,94	14,41	14,33	15,4
		10,26	0,442	0,390	0,402	0,451	0,458	10,09	14,09	15,01	15,25	15,9
		7,27	0,413	0,362	0,353	0,392	0,458	11,14	14,92	15,27	15,82	16,2
Pin	31 (1)	61,60	0,828	0,756	0,878	0,929	"	7,56	7,76	7,57	7,81	"
		15,90	0,407	0,490	0,453	0,480	"	10,16	10,27	10,82	11,30	"
		13,50	0,476	0,484	0,494	0,498	"	10,99	11,11	11,55	12,01	"
		11,68	"	0,429	0,502	0,420	"	"	11,25	11,36	12,09	"
		9,07	0,506	0,475	0,533	0,553	"	11,00	10,87	11,43	12,53	"
Pin	31 (3)	14,63	"	0,410	0,446	"	"	"	12,26	12,37	"	"
		14,07	0,421	0,479	0,469	"	"	8,47	11,56	11,33	"	"
		9,96	0,506	0,466	0,497	"	"	10,24	11,66	12,37	"	"
		9,77	0,499	0,439	0,439	"	"	8,94	12,25	12,22	"	"

NOTA. Pour le chêne 45 (pag. 98 et 99), on a mis les chiffres correspondants à la couche 6 au-dessous de ceux de la couche

ans le sens des fibres et à différents degrés d'humidité.

COEFFICIENT D'ÉLASTICITÉ DES COUCHES.					COHÉSION DES COUCHES PAR MILLIMÈTRE CARRÉ.				
1.	2.	3.	4.	5.	1.	2.	3.	4.	5.
″	668,1	927,8	1206,0	1207,0	″	″	″	″	″
″	954,8	1167,1	1413,2	1446,6	″	″	3,37	″	4,57
″	857,0	1015,0	1344,0	1317,0	″	″	″	″	″
″	776,9	921,9	1081,0	1078,0	″	″	″	″	″
″	941,2	972,1	1016,2	1212,0	″	2,72	3,00	2,77	2,60
″	″	″	1059,0	″	″	″	″	″	″
490,8	854,7	1022,0	1093,0	1243,0	″	″	″	″	″
506,0	871,3	1019,3	1180,4	1306,3	1,16	2,95	2,43	3,35	4,26
577,0	906,0	926,0	1104,0	1359,0	″	″	″	″	″
533,5	507,8	571,4	640,6	″	″	″	″	″	″
473,1	567,8	601,9	689,8	″	″	″	″	″	″
646,5	665,8	745,1	814,0	″	1,54	1,69	2,56	2,74	″
″	610,7	726,0	692,3	″	″	2,68	4,08	3,42	″
689,5	642,6	799,8	975,8	″	″	″	″	″	″
″	666,6	767,9	″	″	″	2,81	2,84	″	″
340,3	646,0	635,9	″	″	″	″	″	″	″
597,0	714,8	861,6	″	″	″	″	″	″	″
449,1	745,7	739,5	″	″	1,44	1,63	1,83	″	″

Tableau n° X. — *Coefficients de la variation de la densité et de la*

ESSENCE.	NUMÉRO de l'arbre.	COEFFICIENTS DE LA VARIATION DE LA DENSITÉ DANS LES COUCHES 1.	2.	3.	4.	5.	6.	MOYENNE.
Charme.....	7	0,00777	0,00709	″	″	″	″	0,00743
Tremble....	8	0,00316	″	0,00137	0,00237	″	″	0,00230
Aune.......	12	0,00482	0,00378	0,00370	″	″	″	0,00410
Sycomore....	22	0,00270	0,00464	0,00535	″	″	″	0,00423
Érable......	23	0,00465	0,00388	0,00235	″	″	″	0,00363
Chêne.......	34 (1)	0,00484	0,00016	0,00455	″	″	″	
Chêne.......	34 (3)	0,00598	0,00521	0,00599	0,00253	″	″	0,00420
Chêne.......	45	0,00226	0,00462	0,00612	0,00450	0,00309	0,00485	
Bouleau.....	39	0,00920	0,00380	0,00287	0,00207	0,00316	″	0,00422
Hêtre.......	41 (1)	0,01088	0,00389	0,00662	0,00072	″	″	
Hêtre.......	41 (3)	″	0,00498	0,00210	″	″	″	0,00486
Hêtre.......	46	″	0,00645	0,00045	0,00017	″	″	
Frêne.......	57	0,00481	0,00522	″	″	″	″	0,00501
Orme.......	58	0,00339	0,00496	0,00369	0,00342	″	″	0,00386
Peuplier.....	64 (1)	+0,00434	+0,00205	0,03019	+0,00092	″	″	
Peuplier.....	64 (3)	0,00392	0,00967	+0,00499	″	″	″	0,00450
Acacia......	66 (1)	0,00348	0,00366	0,01598	0,01478	″	″	
Acacia......	66 (2)	0,00755	0,00050	0,00494	+0,00935	″	″	
Acacia......	66 (3)	0,05358	+0,00593	+0,00104	0,01559	″	″	0,00555
Acacia......	66 (4)	+0,01047	″	+0,01221	0,00218	″	″	
Sapin.......	18 (1)	0,02063	+0,00883	0,03020	0,00879	+0,00942	″	
Sapin.......	18 (3)	0,04995	0,01733	0,03315	+0,00931	+0,01240	″	
Sapin.......	18 (5)	0,00775	+0,00733	0,07364	0,07556	″	″	
Sapin.......	65 (1)	″	0,01285	0,01361	0,00800	0,01547	″	
Sapin.......	65 (2)	″	0,00320	″	0,00769	0,00075	″	0,01034
Sapin.......	65 (3)	″	0,00584	+0,01009	0,00721	0,01072	″	
Sapin.......	65 (4)	″	+0,01888	0,00724	0,00609	0,00654	″	
Sapin.......	65 (5)	″	+0,00092	+0,00047	0,00886	0,01006	″	
Sapin.......	65 (6)	0,00482	0,00300	0,01146	0,00896	0,00133	″	
Pin.........	31 (1)	0,00912	0,00773	0,00893	0,00972	″	″	
Pin.........	31 (3)	″	0,01301	0,01488	″	″	″	0,01056

tesse du son dans les couches, pour une perte de 1 pour 100 d'humidité.

COEFFICIENTS DE LA VARIATION DE LA VITESSE DU SON DANS LES COUCHES						MOYENNE.
1.	2.	3.	4.	5.	6.	
0,01187	0,00922	"	"	"	"	0,00951
0,01031	0,00527	0,00778	0,00877	"	"	0,00803
0,01581	0,00468	0,00641	"	"	"	0,00897
0,00961	0,00433	0,00226	"	"	"	0,00540
0,00996	0,00973	0,00818	"	"	"	0,00929
0,02094	0,00808	0,00484	0,01118	0,00815	"	
0,00924	0,00577	0,00008	0,00746	"	"	0,00805
0,00701	0,00868	0,00626	0,00735	0,00882	0,00691	
0,01212	0,01299	0,00892	0,00773	0,00540	"	0,00943
0,01450	0,00290	0,01089	0,00686	"	"	
0,00486	0,00559	0,00443	"	"	"	0,01068
"	0,01963	0,02074	0,01642	"	"	
0,00464	0,00514	"	"	"	"	0,00489
0,01593	0,01217	0,00451	0,00762	"	"	0,01006
0,00893	0,00757	0,01236	0,00516	"	"	0,00592
-0,00506	0,00702	0,00846	0,00295	"	"	
0,00613	0,00203	0,00364	0,00095	"	"	
0,02044	0,01036	0,00679	0,00977	"	"	0,00576
0,00000	0,01213	−0,00280	0,00026	"	"	
0,00853	"	0,00000	0,00811	"	"	
0,01328	0,00461	0,00612	0,00966	0,00266	"	
0,01745	0,00876	0,00883	0,01029	0,00992	"	
0,01769	0,00570	0,00685	0,00412	"	"	
"	0,01502	0,00976	0,00867	0,01224	"	
"	0,00570	"	0,00617	0,01942	"	0,00797
"	0,00736	0,00750	0,00906	0,00888	"	
"	0,00558	0,00739	0,00660	0,00664	"	
"	0,00089	0,00283	0,00398	0,00740	"	
0,00677	0,00326	0,00480	0,00725	0,00374	"	
0,00854	0,00817	0,01001	0,01086	"	"	0,01369
0,03187	0,00799	0,02030	"	"	"	

Tableau n° XI. — *Contraction transversale linéaire*

ESSENCE.	NUMÉRO de l'arbre.	QUANTITÉ d'eau.	CÔTÉ moyen en millim.	CONTRACTION LINÉAIRE pour une perte de 1 p. 100 d'humidité.	MOYENNES.	
Charme	7	37,22	6,84			
		11,01	6,51	0,00184	0,00149	
		8,95	6,62	0,00114		
Tremble	8	38,56	7,22			
		21,83	6,74	0,00397	0,00385	
		8,61	6,41	0,00374		
Aune	12	28,55	6,95			
		16,03	6,65	0,00345	0,00280	
		9,25	6,66	0,00216		
Sycomore	22	31,62	6,97			
		15,08	6,59	0,00329	0,00312	
		10,71	6,54	0,00295		
Érable	23	29,04	7,29			
		13,79	6,92	0,00333	0,00328	
		8,75	6,81	0,00324		
Chêne	34 (1)	19,08	7,07			
		17,40	7,02	0,00421		
		10,96	6,74	0,00575	0,00499	
		9,20	6,72	0,00501		
Chêne	34 (3)	17,16	7,00			
		8,54	6,68	0,00530	0,00530	0,00461
Chêne	45	44,83	11,10			
		19,53	10,00	0,00392	0,00353	
		10,54	9,90	0,00315		
Bouleau	39	37,83	7,25			
		10,67	6,58	0,00340	0,00347	
		9,02	6,51	0,00354		

les bois, par suite de leur dessiccation.

ESSENCE.	NUMÉRO de l'arbre.	QUANTITÉ d'eau.	CÔTÉ moyen en millim.	CONTRACTION LINÉAIRE pour une perte de 1 p. 100 d'humidité.	MOYENNES.	
Hêtre................	41 (1)	19,46	6,96			
		13,94	6,84	0,00312	0,00393	
		9,77	6,64	0,00474		
Hêtre................	41 (3)	16,50	6,82			
		11,83	6,75	0,00220	0,00201	0,00412
		7,63	6,71	0,00182		
Hêtre................	46	22,41	7,23			
		13,92	6,82	0,00668		
		11,49	6,67	0,00709	0,00641	
		9,52	6,72	0,00547		
Frêne................	57	31,50	7,22			
		8,61	7,02	0,00121	0,00121	
Orme................	58	33,26	7,12			
		9,22	6,64	0,00280	0,00294	
		9,17	6,59	0,00309		
Peuplier............	64 (1) et (3)	22,73	7,07			
		17,21	6,78	0,00743	0,00583	
		11,37	6,73	0,00423		
Acacia..............	66	18,43	4,87			
		15,66	4,85	0,00148	0,00300	
		9,82	4,68	0,00453		
Sapin................	18 (1)	21,87	7,13			
		18,89	7,12	0,00047		
		16,28	6,86	0,00677	0,00509	
		9,13	6,40	0,00804		
Sapin................	18 (3)	18,65	6,95			
		15,98	6,79	0,00862	0,00699	0,00467
		8,71	6,58	0,00536		
Sapin................	18 (5)	19,84	6,71			
		14,51	6,63	0,00224	0,00224	
Sapin................	65	20,20	10,62			
		10,26	10,16	0,00436	0,00436	
Pin..................	31 (3)	14,63	7,26			
		9,96	6,73	0,01563	0,01093	
		9,77	7,04	0,00623		

Moyenne générale pour toutes les essences.................... 0,00395

Tableau n° XII. — *Densité, vitesse du son, coefficient d'élasticité*

ESSENCE.	NUMÉRO de l'arbre.	DENSITÉ DES COUCHES						VITESSE DU SON DANS LES COUCHES					
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Charme.....	7	0,622	0,692	″	″	″	″	11,87	11,74	″	″	″	″
Tremble....	8	0,434	0,499	0,484	0,526	″	″	13,54	15,52	15,58	16,55	″	″
Aune.......	12	0,497	0,532	0,510	″	″	″	12,45	14,78	14,61	″	″	″
Sycomore...	22	0,527	0,579	0,631	″	″	″	12,12	13,91	14,26	″	″	″
Érable......	23	0,563	0,603	0,613	″	″	″	12,15	12,43	12,49	″	″	″
Chêne......	45	0,668	0,731	0,704	0,526	0,581	0,532	11,50	11,42	10,74	9,01	9,59	8,7
Chêne......	34 (1)	0,760	0,708	0,816	0,806	0,587	″	11,39	12,35	14,61	13,03	12,95	″
Chêne......	34 (3)	0,704	0,747	0,751	0,646	″	″	12,31	12,24	11,76	12,02	″	″
Bouleau	39	0,652	0,699	0,746	0,754	0,761	″	14,01	14,13	14,26	12,61	11,57	″
Hêtre.......	41 (1)	0,790	0,747	0,754	0,712	″	″	8.97	9,08	10,56	11,46	″	″
Hêtre.......	41 (3)	0,662	0,824	0,663	″	″	″	8,87	9,14	10,11	″	″	″
Hêtre.......	46	″	0,768	0,698	0,672	″	″	″	11,05	10,74	10,61	″	″
Frêne	57	0,605	0,716	″	″	″	″	13,95	14,15	″	″	″	″
Orme.......	58	0,577	0,641	0,672	0,722	″	″	11,14	12,44	12,93	13,11	″	″
Peuplier	64 (1)	0,367	0,316	0,330	0,313	″	″	12,04	12,21	12,12	11,34	″	″
Peuplier	64 (3)	0,352	0,347	0,355	0,370	″	″	14,09	13,67	14,01	13,61	″	″
Acacia......	66 (1)	0,626	0,697	0,741	0,831	″	″	14,11	14,19	14,38	13,59	″	″
Acacia......	66 (2)	0,715	0,718	0,681	0,680	″	″	13,94	15,32	14,58	13,80	″	″
Acacia......	66 (3)	0,862	0,663	0,645	0,759	″	″	13,71	14,02	14,24	14,05	″	″
Acacia......	66 (4)	0,576	0,621	0,667	0,731	″	″	13,77	″	14,77	14,37	″	″
Sapin.......	18 (1)	0,517	0,406	0,471	0,488	0,528	″	11,65	14,72	15,70	14,72	15,58	″
Sapin.......	18 (3)	0,662	0,482	0,485	0,485	0,447	″	10,75	13,33	15,50	15,32	15,87	″
Sapin.......	18 (5)	0,483	0,405	0,480	0,468	″	″	10,86	13,36	15,10	16,37	″	″
Sapin.......	65 (1)	″	0,502	0,446	0,466	0,518	″	″	10,36	11,98	15,13	14,88	″
Sapin.......	65 (2)	″	0,411	0,432	0,453	0,413	″	″	13,59	″	14,88	14,42	″
Sapin.......	65 (3)	″	0,386	0,387	0,481	0,472	″	″	13,40	12,44	14,63	15,36	″
Sapin.......	65 (4)	″	0,374	0,428	0,495	0,462	″	″	12,75	13,91	14,72	15,37	″
Sapin.......	65 (5)	″	0,439	0,424	0,454	0,499	″	″	13,62	13,86	13,93	14,43	″
Sapin.......	65 (6)	0,454	0,391	0,436	0,472	0,465	″	9,80	13,94	14,42	14,35	15,42	″
Pin.........	31 (1)	0,445	0,514	0,491	0,521	″	″	9,92	10,05	10,53	10,99	″	″
Pin.........	31 (3)	0,313	0,534	0,510	″	″	″	7,82	10,61	10,10	″	″	″

Les épaisseurs des couches n'ayant pas été mesurées sur le chêne 45, le hêtre 46, les acacias 66 et les sapins 65, on a suppos
multipliant les nombres correspondants à chaque couche par la série des nombres impairs, en faisant la somme de ces pro
couches manquaient, on a dû prendre pour diviseur le nombre d'ordre de la dernière élevé au carré, moins le carré de l
Une couche intermédiaire ayant manqué dans l'acacia 66 (4) et le sapin 65 (2), on a remplacé les nombres manquant pa

l et cohésion dans le sens des fibres, à 20 pour 100 d'humidité.

COEFFICIENT D'ÉLASTICITÉ RÉEL DES COUCHES.						COHÉSION DES COUCHES						MOYENNE pour toute la masse de l'arbre.		
1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Densité.	Coefficient d'élasticité.	Cohésion.
2,5	971,4	″	″	″	″	2,74	3,16	″	″	″	″	0,687	966,3	2,99
5,1	1306,9	1277,6	1566,5	″	″	3,38	5,70	7,00	8,14	″	″	0,504	1399,8	7,20
3,4	1166,7	1092,9	″	″	″	3,14	4,49	4,60	″	″	″	0,514	1100,4	4,54
4,9	1106,9	1267,8	″	″	″	2,91	6,86	5,98	″	″	″	0,611	1199,0	6,16
5,8	981,7	1007,7	″	″	″	3,02	3,53	3,66	″	″	″	0,607	997,1	3,58
2,1	951,8	810,9	426,1	533,7	409,5	3,19	5,45	5,97	5,12	3,82	4,24	0,573	557,8	4,62
6,9	1102,8	1778,7	1397,5	1005,3	″	4,08	5,04	6,92	8,90	6,36	″	0,719	1287,2	7,41
0,0	1122,5	1041,8	936,2	″	″	2,23	5,33	6,20	4,68	″	″	0,697	994,6	5,33
8,3	1296,3	1408,5	1113,2	945,9	″	5,50	6,48	5,91	3,58	3,14	″	0,749	1145,3	4,30
8,7	657,6	897,7	998,4	″	″	2,59	4,21	6,64	4,24	″	″	0,742	857,4	5,25
58,0	716,8	739,0	″	″	″	1,11	3,35	3,24	″	″	″	0,735	682,8	3,23
″	849,7	729,5	685,5	″	″	″	3,13	1,96	2,04	″	″	0,700	718,4	2,23
53,8	1294,4	″	″	″	″	5,22	7,16	″	″	″	″	0,694	1249,0	6,78
14,8	949,7	1076,0	1188,5	″	″	1,82	4,57	8,22	6,82	″	″	0,685	1087,7	6,99
24,9	553,4	569,4	472,7	″	″	3,03	2,15	2,21	1,64	″	″	0,324	554,2	2,13
51,1	697,0	749,0	736,7	″	″	1,88	0,94	2,17	2,10	″	″	0,357	705,8	1,82
75,7	1323,9	1445,4	1447,8	″	″	2,63	4,61	5,36	7,82	″	″	0,765	1406,8	6,12
10,6	1589,7	1365,6	1221,6	″	″	4,43	10,19	10,30	9,85	″	″	0,690	1341,2	9,71
18,4	1229,3	1233,8	1413,4	″	″	2,47	4,14	5,76	6,91	″	″	0,712	1329,9	5,75
30,3	1201,4	1372,6	1423,9	″	″	5,09	7,64	10,19	11,88	″	″	0,681	1341,5	10,13
04,4	883,2	1165,5	1061,5	1286,6	″	1,38	3,59	5,01	5,54	4,91	″	0,479	1098,6	4,89
37,5	937,6	1275,6	1246,1	1232,5	″	1,87	2,41	2,48	3,02	3,15	″	0,474	1206,8	2,81
19,4	786,0	1190,0	1363,7	″	″	1,40	2,08	2,64	4,08	″	″	0,463	1197,0	3,19
″	576,9	685,4	1142,3	1228,1	″	″	1,11	1,83	2,93	4,06	″	0,486	1009,1	2,90
″	812,8	943,4	1074,0	919,5	″	″	3,12	2,87	2,62	″	″	0,428	956,2	2,80
″	742,1	641,3	1102,4	1192,4	″	″	″	2,64	3,94	″	″	0,446	995,0	3,40
″	651,0	886,7	1148,5	1168,6	″	″	″	3,37	2,97	4,57	″	0,453	1039,3	4,08
″	872,0	872,1	943,3	1112,6	″	″	2,72	3,00	2,77	2,60	″	0,463	983,0	2,75
56,9	813,6	970,8	1040,7	1183,9	″	1,16	2,95	2,43	3,35	4,26	″	0,452	1028,1	3,36
30,0	509,8	534,6	617,9	″	″	1,54	1,69	2,56	2,74	″	″	0,502	533,7	2,21
09,7	658,7	570,1	″	″	″	1,44	2,81	2,84	″	″	″	0,512	594,5	2,76

couches toutes d'égale épaisseur. On a donc trouvé le coefficient moyen, la densité moyenne et la cohésion moyenne, en
its et en divisant cette somme par le carré du nombre des couches. Dans les cas où la première ou les deux premières
de 2.
moyennes des deux nombres correspondant aux couches voisines

Tableau n° XIII. — *Nombre de couches annuelles comprises dans chacun des anneaux*

ESSENCE.	NUMÉRO.	RAYON de la bille.	1. NOMBRE DE COUCHES.	1. ÉPAISSEUR de l'anneau.	2. NOMBRE DE COUCHES.	2. ÉPAISSEUR de l'anneau.
		mm		mm		mm
Charme.....	7	126,5	Du centre à la 12e couche.	46,5	De la 12e à la 39e	49,5
Tremble....	8	110,7	Du centre à la 5e	28,7	De la 5e à la 15e	17,5
Aune.......	12	101,1	Du centre à la 8e	16,5	De la 8e à la 25e	33,5
Sycomore...	22	108,2	Du centre à la 6e	20,0	De la 6e à la 20e	44,5
Érable......	23	95,4	Du centre à la 6e	22,5	De la 6e à la 17e	37,5
Chêne......	34 (1)	159,0	Du centre à la 10e	16,0	De la 10e à la 26e	21,5
Chêne......	34 (3)	125,0	Du centre à la 5e	9,0	De la 5e à la 20e	27,5
Bouleau.....	39	194,5	Du centre à la 6e	15,0	De la 6e à la 26e	44,0
Hêtre.......	41 (1)	97,4	Du centre à la 7e	16,0	De la 7e à la 20e	36,0
Hêtre.......	41 (3)	65,0	Du centre à la 6e	13,0	De la 6e à la 18e	30,0
Frêne.......	57	81,1	Du centre à la 17e	36,0	De la 17e à la circ.	45,1
Orme.......	58	77,2	Du centre à la 5e	13,2	De la 5e à la 15e	18,0
Peuplier....	64 (1)	178,5	Du centre à la 4e	28,5	De la 4e à la 14e	59,5
Peuplier....	64 (3)	120,0	Du centre à la 3e	16,0	De la 3e à la 10e	48,0
Sapin.......	18 (1)	144,5	Du centre à la 5e	19,5	De la 5e à la 26e	43,0
Sapin.......	18 (3)	117,0	Du centre à la 3e	7,5	De la 3e à la 21e	36,5
Sapin.......	18 (5)	89,8	Du centre à la 3e	11,0	De la 3e à la 13e	26,5
Pin.........	31 (1)	231,0	Du centre à la 9e	60,0	De la 9e à la 23e	90,5
Pin.........	31 (3)	122,0	Du centre à la 6e	26,5	De la 6e à la 19e	61,0

u milieu desquelles les tringles ont été prises, et épaisseur de ces anneaux.

3.		4.		5.	
NOMBRE DES COUCHES.	ÉPAISSEUR de l'anneau.	NOMBRE DES COUCHES.	ÉPAISSEUR de l'anneau.	NOMBRE DES COUCHES.	ÉPAISSEUR de l'anneau.
	mm		mm		mm
)e la 39e à la circonf.	30,5	"	"	"	"
)e la 15e à la 24e	31,5	De la 24e à la circonf.	33,0	"	"
)e la 25e à la circonf.	51,1	"	"	"	"
)e la 20e à la circonf.	43,7	"	"	"	"
)e la 17e à la circonf.	35,4	"	"	"	"
De la 26e à la 40e	34,5	De la 40e à la 65e	53,0	De la 65e à la circonf.	34,0
De la 20e à la 45e	51,0	De la 45e à la circonf.	37,5	"	"
De la 26e à la 58e	58,0	De la 58e à la 89e	36,0	De la 89e à la circonf.	41,5
De la 20e à la 30e	31,0	De la 30e à la circonf.	14,4	"	"
De la 18e à la circonf.	22,0	"	"	"	"
"	"	"	"	"	"
De la 15e à la 27e	29,0	De la 27e à la circonf.	17,0	"	"
De la 14e à la 26e	75,0	De la 26e à la circonf.	15,5	"	"
De la 10e à la 18e	42,0	De la 18e à la circonf.	14,0	"	"
De la 26e à la 52e	36,5	De la 52e à la 78e	32,0	De la 78e à la circonf.	13,5
De la 21e à la 40e	33,5	De la 40e à la 55e	20,5	De la 55e à la circonf.	19,0
De la 13e à la 28e	28,5	De la 28e à la circonf.	23,8	"	"
De la 23e à la 35e	58,5	De la 35e à la circonf.	22,0	"	"
De la 19e à la circonf	34,5	"	"	"	"

Tableau n° XIV. — *Expériences fait...*

Distance des ap...

ESSENCE.	NUMÉRO de la bille.		LONGUEUR en mètres.	DIAMÈTRE en mètres.	POIDS ABSOLU en kilogrammes.	QUANTITÉ d'eau.	POIDS spécifique.	CHARG... en kilogram... qui a prod... la flexion.
Hêtre.........	1		2,058	0,4113	258,90	38,30	0,947	10500
Hêtre.........	6		2,031	0,2870	121,10	42,37	0,922	9000
Hêtre.........	11		2,060	0,2427	93,40	43,17	0,980	6000
Hêtre.........	27		2,033	0,2513	90,30	37,42	0,895	6000
Hêtre.........	29		2,028	0,3695	192,70	39,43	0,886	10500
Hêtre.........	32		2,036	0,4098	260,90	38,21	0,972	10500
Hêtre.........	33		2,042	0,2284	74,80	39,88	0,894	6000
Hêtre.........	41 (2)		2,061	0,1771	47,50	39,38	0,936	3000
Hêtre.........	42		2,013	0,1432	28,00	33,45	0,864	1030,5
Hêtre.........	44		2,058	0,1681	43,25	42,58	0,947	2000
Hêtre.........	46	S.-E.	2,045	0,1969	57,20	34,35	0,919	6500
Hêtre.........		N.-E.	2,054	0,1964	59,00	33,07	0,948	
Hêtre.........		N.-O.	2,061	0,1960	58,60	34,87	0,942	
Hêtre.........	49		2,039	0,1649	38,18	37,42	0,877	2000
Hêtre.........	53		2,030	0,2456	94,20	39,10	0,979	6000
Hêtre.........	55		2,066	0,2409	91,30	45,18	0,970	6000
Hêtre.........	60		2,063	0,3111	138,10	37,15	0,881	10500
Hêtre.........	62		2,075	0,2712	108,70	35,36	0,907	9000
Chêne.........	2		2,077	0,2582	102,70	38,01	0,944	9000
Chêne.........	3		2,036	0,2109	68,50	33,72	0,963	6000
Chêne.........	4		2,066	0,2577	104,50	36,29	0,970	8000
Chêne.........	5		2,054	0,2525	113,20	52,11	1,101	8000
Chêne.........	9		2,088	0,2507	111,80	55,89	1,085	8000
Chêne.........	10		2,065	0,1892	56,80	37,69	0,978	5000
Chêne.........	26		2,009	0,1754	46,50	34,97	0,958	2815,5
Chêne.........	30		2,024	0,3252	160,20	37,52	0,953	10500
Chêne.........	34 (2)		2,077	0,2881	129,20	40,21	0,954	9000
Chêne.........	34 (4)		2,055	0,1968	58,80	40,03	0,941	5000
Chêne.........	35		2,025	0,1986	59,40	38,45	0,947	4000
Chêne.........	36		2,030	0,1119	18,56	34,23	0,930	1030,5
Chêne.........	37		2,022	0,3547	182,90	41,70	0,915	10500
Chêne.........	38		2,033	0,2499	111,40	53,75	1,117	8000
Chêne	43		2,066	0,2790	128,70	37,11	1,019	9000
Chêne.........	45	N.-O.	2,029	0,1220	24,60	44,64	1,037	1000
Chêne.........		S.-E.	2,036	0,1224	24,70	40,69	1,031	
Chêne.........		N.-E.	2,049	0,1222	23,90	41,72	0,995	
Chêne.........		S.-O.	2,019	0,1224	23,30	40,60	0,981	
Chêne.........	48		2,053	0,1865	55,20	41,01	0,984	3000

yen de la flexion des billes entières.

ts, 1^{m},924.

FLÈCHE EN MILLIMÈTRES.			FLÈCHE CORRIGÉE en millimètres.	COEFFICIENT d'élasticité.	A 20 POUR 100 D'HUMIDITÉ.	
I.	II.	Moyenne.			Poids spécifique.	Coefficient d'élasticité.
4,18	3,99	4,085	1,185	936,0	0,863	1218,7
8,13	7,72	7,925	5,439	737,3	0,821	1008,5
12,12	11,62	11,870	10,213	511,8	0,870	706,9
6,37	6,36	6,365	4,708	965,9	0,820	1243,7
4,60	5,19	4,895	1,995	853,6	0,802	1127,0
3,65	3,56	3,605	0,705	"	"	"
11,39	11,12	11,255	9,598	694,4	0,808	921,9
15,68	15,44	15,560	14,731	625,8	0,847	825,8
10,34	9,72	10,030	9,744	760,3	0,807	929,4
8,14	8,50	8,320	7,768	974,7	0,843	1336,8
20,94	20,69	20,815	19,020	687,3	0,855	850,4
23,88	23,90	23,895	22,100	597,6	0,888	726,8
24,84	25,01	24,925	23,130	575,6	0,874	717,1
8,81	"	8,810	8,258	990,2	0,803	1274,9
8,37	8,18	8,275	6,618	753,2	0,888	989,7
9,53	8,75	8,990	7,333	734,4	0,851	1037,8
8,72	8,38	8,550	5,650	599,7	0,807	769,6
8,06	7,63	7,845	5,359	908,5	0,839	1176,7
10,33	10,68	10,505	8,019	763,3	0,873	925,6
14,59	14,88	14,735	13,078	701,0	0,908	816,4
9,84	9,92	9,880	7,670	714,9	0,904	852,2
10,39	10,40	10,395	8,185	726,9	0,953	996,4
11,13	11,16	11,145	8,935	685,1	0,921	964,3
11,99	10,57	11,280	9,899	1191,6	0,905	1439,6
12,16	11,59	11,875	11,099	810,2	0,897	953,3
5,98	6,24	6,110	3,210	884,1	0,883	1066,3
8,76	8,28	8,520	6,034	654,5	0,873	809,7
14,71	14,58	14,645	13,264	759,6	0,861	938,2
11,01	11,16	11,085	9,980	778,8	0,873	946,9
22,40	24,29	23,345	23,059	861,6	0,874	1006,4
5,88	5,85	5,865	2,965	676,3	0,832	848,1
14,20	14,22	14,210	12,000	516,7	0,959	716,0
8,08	7,62	7,850	5,364	837,1	0,946	1006,3
17,84	18,02	17,930	17,654	772,9	0,930	898,2
19,62	18,83	19,225	18,949	710,7	0,941	960,9
19,54	19,87	19,705	19,429	697,7	0,903	875,9
21,21	22,68	21,945	21,669	621,5	0,896	882,6
10,97	10,40	10,685	9,856	760,5	0,897	948,3

[Suite.] Tableau n° XIV. — *Expériences faites au*

Distance des su

ESSENCE.	NUMÉRO de la bille.	LONGUEUR en mètres.	DIAMÈTRE en mètres.	POIDS ABSOLU en kilogrammes.	QUANTITÉ d'eau.	POIDS spécifique.	CHARGE en kilogrammes qui a produit la flexion.
Chêne........	52	2,066	0,1725	43,19	35,03	0,894	3000
Chêne........	56	2,042	0,1931	53,10	42,46	0,888	5000
Chêne........	59	2,071	0,2244	77,80	37,83	0,950	6000
Chêne........	61	2,082	0,2225	75,10	35,40	0,928	6000
Charme	7	2,045	0,2530	107,40	52,07	1,045	8000
Charme	40	2,064	0,1966	53,30	30,37	0,851	5000
Tremble.......	8	2,057	0,2214	57,80	37,07	0,730	6000
Aune	12	2,077	0,2023	53,00	54,46	0,796	4000
Sycomore	22	2,040	0,2165	63,10	38,98	0,840	6000
Érable........	23	2,071	0,1909	47,10	38,21	0,795	3000
Bouleau.......	25	2,057	0,2060	61,80	42,89	0,901	4000
Bouleau.......	39	2,061	0,3890	227,30	34,05	0,928	10500
Frêne.........	57	2,075	0,2361	31,125	26,79	0,726	2000
Orme..........	58	2,066	0,1545	31,44	36,30	0,812	2000
Acacia	63 (1)	2,090	0,1006	12,625	24,99	0,760	"
Acacia	63 (2)	2,117	0,0856	8,90	24,26	0,731	184,5
Peuplier.......	64 (2)	2,053	0,2559	70,30	39,38	0,666	3000
Peuplier.......	64 (4)	2,068	0,1755	33,88	39,38	0,677	2500
Sapin.........	16	2,054	0,4409	196,90	36,46	0,629	10500
Sapin.........	17	2,025	0,3447	112,20	42,11	0,594	10500
Sapin.........	18 (2)	2,083	0,2584	68,70	39,93	0,629	9000
Sapin.........	18 (4)	2,101	0,2169	45,20	34,92	0,582	5000
Sapin.........	18 (6)	2,064	0,1688	31,94	49,62	0,691	3000
Sapin.........	19	2,047	0,1408	24,25	38,78	0,761	1030,5
Sapin.........	20	2,037	0,2798	99,70	48,47	0,796	9000
Sapin.........	21	2,065	0,2812	99,00	45,07	0,772	9000
Sapin.........	24	2,033	0,3120	122,90	35,85	0,791	10500
Sapin.........	28	2,021	0,3239	90,10	32,72	0,541	10500
Sapin.........	47	2,040	0,1754	41,75	48,23	0,847	3000
Sapin.........	51	2,041	0,1622	66,10	52,57	0,740	6000
Pin...........	13	2,050	0,2328	62,60	40,65	0,717	8000
Pin...........	14	2,045	0,2968	111,10	42,31	0,785	10500
Pin...........	15	2,030	0,3106	134,30	49,74	0,873	10500
Pin...........	31 (2)	2,073	0,3253	149,30	45,44	0,867	10500
Pin...........	31 (4)	2,037	0,1861	43,30	51,58	0,781	5000
Pin...........	50	2,094	0,1805	275,50	42,29	0,673	10500
Pin...........	54	2,040	0,2771	102,70	48,16	0,835	9000

...oyen de la flexion des billes entières.

...ls, 1m,924.

FLÈCHE EN MILLIMÈTRES.			FLÈCHE CORRIGÉE en millimètres.	COEFFICIENT d'élasticité.	A 20 POUR 100 D'HUMIDITÉ.	
I.	II.	Moyenne.			Poids spécifique.	Coefficient d'élasticité.
15,65	16,76	16,205	15,376	666,1	0,838	784,7
9,49	10,34	9,915	8,534	1273,9	0,804	1608,8
12,86	12,52	12,690	11,033	648,3	0,879	784,2
11,93	10,06	10,995	9,338	792,5	0,868	936,5
11,01	10,98	10,995	8,785	671,9	0,796	871,6
10,42	10,34	10,380	8,999	1124,3	0,785	1252,5
14,24	13,99	14,115	12,458	605,9	0,701	752,6
10,44	10,81	10,625	9,520	758,3	0,683	1115,9
"	"	9,840	8,183	1008,8	0,773	1127,8
9,39	8,94	9,165	8,336	819,1	0,742	1045,7
10,98	11,03	11,005	9,900	678,2	0,814	905,7
4,56	4,48	4,520	1,620	855,7	0,873	1032,3
9,57	9,66	9,615	9,063	963,8	0,701	993,8
11,09	11,69	11,390	10,838	979,0	0,761	1242,9
4,95	4,97	4,960	4,909	1109,3	0,739	1141,4
10,07	11,10	10,585	10,534	986,2	0,713	1010,7
8,90	"	8,900	8,071	262,0	0,608	297,2
Rupture.		"	"	"	0,618	"
7,41	7,12	7,265	4,365	192,4	0,522	203,9
12,68	12,45	12,565	9,665	232,6	0,458	248,3
13,54	13,95	13,745	11,259	542,0	0,499	578,0
7,69	7,19	7,440	6,059	1127,1	0,492	1193,7
14,77	14,94	14,855	14,026	796,4	0,480	844,4
17,41	16,31	16,860	16,574	478,0	0,613	509,1
10,08	9,69	9,885	7,399	599,9	0,562	637,3
9,87	10,18	10,025	7,539	577,1	0,571	615,4
9,69	9,86	9,775	6,875	487,2	0,661	516,7
16,97	17,55	17,260	14,360	200,8	0,470	211,6
13,74	13,92	13,830	13,001	738,7	0,600	785,2
12,25	12,54	12,395	10,738	543,6	0,491	572,2
36,20	Rupture.	36,200	33,990	242,2	0,561	311,6
13,58	13,92	13,750	10,850	377,0	0,600	491,1
11,78	12,47	12,125	9,225	369,7	0,599	502,0
14,91	15,03	14,970	12,070	234,8	0,634	312,2
L'arbre s'est fendillé.		"	"	"	0,521	"
5,04	5,26	5,150	2,250	227,7	0,515	296,6
21,69	21,96	21,825	19,339	238,6	0,586	321,8

Tableau n° XV. — *Densité, coefficient réel d'élasticité, vitesse du son*

ESSENCE.	NUMÉRO DE L'ARBRE.	HAUTEUR DE LA SECTION TRANSVERSALE AU-DESSUS DU SOL EN MÈTRES.	DANS LE SENS DU RAYON DE L'ARBRE.											
			POIDS ABSOLU.	POIDS SPÉCIFIQUE.	LONGUEUR.	LARGEUR.	ÉPAISSEUR.	NOMBRE de vibrations transversales doubles dans le sens		COEFFICIENT d'élasticité dans le sens		MOYENNE.	VITESSE DU SON.	COHÉSION.
								de la largeur.	de l'épaisseur.	de la largeur.	de l'épaisseur.			
			gr		mm	mm	mm							
Charme...	7	Base.	10,35	0,775	128,0	10,580	9,860	1164,0	1040,7	217,0	199,8	208,4	5,14	1,00
Tremble..	8	1,96	7,20	0,419	130,0	10,665	9,842	948,2	859,1	109,6	105,7	107,6	4,86	0,17
Aune.	12	5,50	6,54	0,575	107,0	10,681	9,946	1347,4	1207,5	102,2	94,5	98,3	4,12	0,32
Sycomore.	22	1,50	7,00	0,672	99,0	10,741	9,803	1706,7	1542,2	136,2	133,5	134,9	4,51	0,52
Érable....	23	8,00	8,48	0,695	117,5	10,686	9,678	1219,1	1122,8	154,4	159,7	157,1	4,63	0,71
Chêne. ...	84	Base.	14,45	0,847	173,0	10,331	9,547	656,4	595,3	262,4	252,7	257,5	5,48	0,60
Chêne. ..	»	4,03	12,80	0,906	138,0	10,376	9,861	655,7	649,7	138,4	122,2	130,3	3,77	0,50
Chêne....	»	8,12	9,13	0,830	108,0	10,265	9,922	1406,6	1333,3	181,6	174,7	178,2	4,60	0,62
Bouleau ..	39	Base.	25,99	0,836	318,0	10,527	9,703	119,1	107,9	82,5	79,6	81,1	3,23	0,82
Hêtre.....	41	Base.	13,80	0,820	165,0	10,565	9,651	766,5	688,2	292,3	282,4	287,3	5,70	1,21
Hêtre.....	»	3,60	8,00	0,814	99,7	10,380	9,496	1969,2	1828,6	264,4	272,4	268,4	5,53	0,64
Hêtre.....	»	5,70	6,77	0,817	83,0	10,446	9,559	2844,5	2509,8	262,6	244,1	253,3	5,36	0,791
Frêne.....	57	1,35	5,86	0,700	76,0	10,804	10,194	2782,6	2461,6	118,05	104,1	111,3	4,19	0,21
Orme.....	58	1,35	5,60	0,699	79,0	10,522	9,641	2509,8	2245,6	125,6	119,7	122,6	4,28	0,345
Peuplier..	64	Base.	11,74	0,352	302,0	10,722	10,298	196,9	186,9	93,5	91,2	92,3	4,84	0,165
Peuplier..	»	4,75	5,41	0,359	138,0	10,799	10,119	775,8	761,9	63,5	69,8	66,6	4,07	0,128
Peuplier..	»	8,84	3,56	0,390	86,0	10,885	9,754	1910,5	1684,2	62,1	60,1	61,1	3,74	»
Sapin.....	18	Base.	11,49	0,615	179,0	10,402	10,038	520,3	467,2	141,8	122,7	132,3	4,50	0,219
Sapin.....	»	7,32	5,86	0,477	118,0	10,421	9,980	1049,2	864,8	84,2	62,4	73,3	3,80	0,135
Sapin.....	»	14,48	8,92	0,517	120,0	10,478	13,729	1066,7	1049,2	99,7	56,2	77,9	3,77	0,306
Pin.......	31	Base.	13,59	0,522	260,0	10,155	9,857	266,8	266,8	144,5	153,3	148,9	5,24	0,399
Pin.......	»	(*a*)	6,55	0,547	120,1	10,009	9,961	927,6	888,9	85,7	79,5	82,6	3,81	0,140
Pin.......	»	(*b*)	5,95	0,485	120,1	9,832	10,366	1084,7	1113,0	107,8	101,7	104,7	4,56	0,292
Pin.......	»	4,12	5,70	0,522	100,4	10,642	10,228	1506,0	1391,3	93,1	86,0	89,5	4,07	0,322
Pin.......	»	8,20	3,75	0,435	80,0	10,740	10,029	1939,4	1939,4	50,9	58,4	54,6	3,48	0,046
Acacia....			3,55	0,766	65,4	8,284	8,558	3200,0	3368,5	167,1	173,5	170,3	4,44	»
Acacia....			»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

…hésion suivant deux lignes perpendiculaires à la direction des fibres.

DANS LE SENS DE LA TANGENTE AUX COUCHES ANNUELLES.

POIDS ABSOLU.	POIDS SPÉCIFIQUE.	LONGUEUR.	LARGEUR.	ÉPAISSEUR.	NOMBRE de vibrations transversales doubles dans le sens		COEFFICIENT d'élasticité dans le sens		MOYENNE.	VITESSE DU SON.	COHÉSION.
					de la largeur.	de l'épaisseur.	de la largeur.	de l'épaisseur.			
gr		mm	mm	mm							
16,90	0,783	205,0	10,597	9,938	306,2	297,0	113,2	93,6	103,4	3,60	0,608
11,55	0,537	196,0	10,642	10,224	252,5	256,0	41,4	46,1	43,7	2,74	0,414
11,31	0,600	174,0	10,605	10,217	379,8	362,6	59,9	58,9	59,4	3,14	0,175
13,32	0,694	183,0	10,529	9,958	365,7	354,6	78,6	82,5	80,5	3,42	0,610
12,32	0,689	166,0	10,642	10,124	408,9	410,3	68,9	76,6	72,7	3,12	0,371
30,37	0,868	360,0	10,233	9,935	109,7	106,4	137,2	137,0	137,1	3,96	0,430
18,46	0,797	221,0	10,270	10,200	271,8	250,5	114,1	98,3	103,2	3,63	0,344
13,28	0,808	158,0	10,284	10,119	584,5	551,7	139,3	128,2	146,2	4,04	0,423
18,90	0,801	231,0	10,408	9,397	299,2	271,1	154,7	155,8	155,2	4,57	1,063
22,45	0,802	261,0	10,677	10,052	227,4	223,0	154,0	167,2	160,6	4,22	0,969
14,22	0,794	171,0	10,526	9,949	528,9	518,2	156,6	168,2	162,4	4,26	0,611
12,02	0,770	146,5	10,438	10,206	731,4	695,7	159,1	150,5	154,8	4,31	0,676
9,80	0,783	116,0	10,578	10,204	1032,3	984,6	103,2	100,9	102,0	3,80	0,408
9,51	0,709	126,0	10,702	9,953	699,4	666,7	61,8	65,0	63,4	3,03	0,366
12,27	0,326	376,0	10,851	9,214	92,3	90,1	40,2	59,1	49,6	3,77	0,222
9,55	0,349	231,0	11,084	10,745	»	»	»	»	»	»	0,202
6,32	0,388	143,0	10,969	10,380	457,1	457,1	26,7	29,8	28,2	2,55	0,219
18,65	0,615	285,0	10,459	10,176	105,7	99,1	37,2	34,6	35,9	2,34	0,413
11,32	0,484	207,0	10,773	10,503	165,2	172,3	18,7	21,4	20,1	1,98	0,124
11,96	0,577	188,0	10,659	10,352	290,9	271,2	48,2	44,4	46,3	2,75	0,353
19,60	0,503	388,0	10,243	9,804	56,7	55,8	30,6	32,4	31,5	2,45	0,239
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
6,46	0,458	145,0	9,901	9,827	374,3	376,5	25,4	26,1	25,7	2,33	0,154
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
5,60	0,830	98,4	8,103	8,472	1319,6	1354,5	164,8	158,8	161,8	4,16	1,092
6,63	0,800	119,5	8,187	8,467	864,9	876,7	145,5	139,8	142,6	3,98	1,370

Tableau n° XVI. — INFLUENCE DE LA HAUTEUR. — *Rapports des coef*

MARCHE DES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DANS TOUTE LA MASSE DE L'ARBRE A DIFFÉRENTES HAUTEURS ET DANS DIFFÉRENTES DIRECTIONS.

ESSENCE.	NUMÉRO DE LA BILLE.	HAUTEUR à laquelle la bille a été coupée.	POIDS SPÉCIFIQUE moyen dans le sens des fibres.	POIDS SPÉCIFIQUE de la bille entière.	POIDS SPÉCIFIQUE dans le sens du rayon.	POIDS SPÉCIFIQUE dans le sens de la tangente.	COEFFICIENT D'ÉLASTICITÉ dans le sens des fibres d'après l'allongement.	COEFFICIENT D'ÉLASTICITÉ dans le sens des fibres d'après la flexion.	COEFFICIENT D'ÉLASTICITÉ du rayon.	COEFFICIENT D'ÉLASTICITÉ de la tangente.	COHÉSION dans le sens des fibres.	COHÉSION du rayon.	COHÉSION de la tangente.	RAPPORT des coefficients d'élasticité, celui dans le sens des fibres étant égal à 1. Rayon.	RAPPORT des coefficients d'élasticité, celui dans le sens des fibres étant égal à 1. Tangente.	RAPPORT des … sions dans … sens … égal … Rayon.
		m														
Charme ...	7	3,00	0,687	»	0,775	0,783	966,3	871,6	208,4	103,4	2,99	1,007	0,608	0,216	0,107	0,337
Tremble ..	8	1,96	0,504	»	0,419	0,537	1399,8	752,6	107,6	43,7	7,20	0,171	0,414	0,077	0,031	0,024
Aune......	12	5,50	0,514	»	0,575	0,600	1100,4	1115,9	98,3	59,4	4,54	0,329	0,175	0,089	0,054	0,072
Sycomore .	22	1,50	0,611	»	0,672	0,694	1199,0	1127,8	134,9	80,5	6,16	0,522	0,610	0,112	0,067	0,065
Érable	23	3,00	0,607	»	0,695	0,689	997,1	1045,7	157,1	72,7	3,58	0,716	0,371	0,157	0,073	0,200
Chêne.....	34 (1)	Base.	0,719	»	0,847	0,863	1287,2	»	257,5	137,1	7,41	0,608	0,450	0,200	0,106	0,082
Chêne.....	34 (2)	2,00	»	0,873	»	»	»	809,7	»	»	»	»	»	»	»	»
Chêne.....	34 (3)	4,05	0,697	»	0,906	0,797	994,6	»	130,3	106,2	5,33	0,509	0,344	0,131	0,107	0,095
Chêne.	34 (4)	8,12	»	0,861	0,830	0,808	»	938,2	178,2	146,2	»	0,629	0,423	0,190	0,156	»
Bouleau...	39	3,00	0,749	»	0,836	0,801	1145,3	1032,3	81,1	155,2	4,30	0,823	1,063	0,071	0,135	0,191
Hêtre	41 (1)	Base.	0,742	»	0,820	0,802	857,4	»	287,3	160,6	5,25	1,216	0,969	0,335	0,187	0,232
Hêtre	41 (2)	3,60	»	0,847	0,814	0,794	»	825,8	268,4	162,4	»	0,649	0,611	0,325	0,197	»
Hêtre	41 (3)	5,70	0,735	»	0,817	0,770	682,8	»	253,3	154,8	3,23	0,791	0,676	0,371	0,227	0,245
Frêne. . .	57	1,35	0,694	»	0,700	0,783	1249,0	993,8	111,3	102,0	6,78	0,218	0,408	0,089	0,082	0,321
Orme	58	1,35	0,685	»	0,699	0,709	1087,7	1242,9	122,6	63,4	6,99	0,343	0,366	0,113	0,058	0,493
Peuplier ..	64 (1)	Base.	0,324	»	0,352	0,326	554,2	»	92,3	49,6	2,13	0,165	0,222	0,167	0,090	0,077
Peuplier ..	64 (2)	4,75	»	0,608	0,359	0,349	»	297,2	66,6	»	»	0,128	0,202	0,224	»	»
Peuplier ..	64 (3)	8,84	0,357	»	0,390	0,388	705,8	»	61,1	28,2	1,82	»	0,219	0,086	0,040	»
Acacia	63 (1)	0,65	»	0,739	»	»	»	1141,4	»	»	»	»	»	»	»	»
Acacia	63 (2)	3,36	»	0,713	»	»	»	1010,7	»	»	-	»	»	»	»	»
Acacia	66 (1)	Base.	0,765	»	»	»	1406,8	»	»	»	6,12	»	»	»	»	»
Acacia	66 (2)	2,10	0,690	»	»	»	1341,2	»	»	»	9,71	»	»	»	»	»
Acacia	66 (3)	4,20	0,712	»	»	»	1329,9	»	»	»	5,75	»	»	»	»	»
Acacia	66 (4)	6,30	0,681	»	»	»	1341,5	»	»	»	10,13	»	»	»	»	»
Sapin.....	18 (1)	Base.	0,479	»	0,615	0,615	1098,6	»	132,3	35,9	4,89	0,219	0,413	0,120	0,033	0,045
Sapin......	18 (2)	3,50	»	0,499	»	»	»	578,0	»	»	»	»	»	»	»	»
Sapin......	18 (3)	7,32	0,474	»	0,477	0,484	1206,8	»	73,3	20,1	2,81	0,135	0,124	0,061	0,016	0,048
Sapin... .	18 (4)	10,20	»	0,492	»	»	»	1193,7	»	»	»	»	»	»	»	»
Sapin......	18 (5)	14,48	0,463	»	0,517	0,577	1197,0	»	77,9	46,3	3,19	0,306	0,353	0,066	0,039	0,096
Sapin......	18 (6)	18,00	»	0,481	»	»	»	844,4	»	»	»	»	»	»	»	»
Sapin... ..	65 (1)	Base.	0,486	»	»	»	1009,1	»	»	»	2,90	»	»	»	»	»
Sapin......	65 (2)	2,00	0,428	»	»	»	956,2	»	»	»	2,80	»	»	»	»	»
Sapin	65 (3)	4,00	0,446	»	»	»	995,0	»	»	»	3,40	»	»	»	»	»
Sapin... .	65 (4)	6,00	0,453	»	»	»	1039,3	»	»	»	4,08	»	»	»	»	»
Sapin.....	65 (5)	8,00	0,463	»	»	»	983,0	»	»	»	2,75	»	»	»	»	»
Sapin......	65 (6)	10,00	0,452	»	»	»	1028,1	»	»	»	3,36	»	»	»	»	»
Pin.	31 (1)	Base.	0,502	»	0,522	0,503	533,7	»	148,9	31,5	2,21	0,399	0,239	0,279	0,059	0,180
Pin	31 (2)	2,06	»	0,634	»	»	»	312,2	»	»	»	»	»	»	»	»
Pin	31 (3)	4,12	0,512	»	0,522	0,458	594,5	»	89,5	25,7	2,76	0,322	0,154	0,150	0,043	0,117
Pin	31 (4)	6,16	»	0,521	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Pin	31 (5)	8,20	»	»	0,435	»	»	»	54,6	»	»	0,046	»	»	»	»

élasticité et des cohésions suivant trois directions perpendiculaires.

MARCHE DES PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES DANS UNE MÊME COUCHE LIGNEUSE A DIFFÉRENTES HAUTEURS.

POIDS SPÉCIFIQUE.				COEFFICIENT D'ÉLASTICITÉ				COHÉSION.			
d.	*c.*	*b.*	*a.*	*d.*	*c.*	*b.*	*a.*	*d.*	*c.*	*b.*	*a.*
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
0,708	0,816	0,806	0,587	1102,8	1778,7	1397,5	1005,3	5,04	6,92	8,90	6,36
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
0,704	0,747	0,751	0,646	1070,0	1122,5	1041,8	936,2	2,23	5,33	6,20	4,68
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
0,747	0,754	0,712	»	657,6	897,7	998,4	»	4,21	6,64	4,24	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
0,662	0,824	0,663	»	568,0	716,8	739,0	»	1,11	3,35	3,24	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
0,316	0,330	0,313	»	553,4	569,4	472,7	»	2,15	2,21	1,64	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
0,352	0,347	0,370	»	751,1	697,0	736,7	»	1,88	0,94	2,10	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
0,697	0,741	0,831	»	1323,9	1445,4	1447,8	»	4,61	5,36	7,82	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
0,576	0,621	0,731	»	1030,3	1201,4	1423,9	»	5,09	7,64	11,88	»
0,406	0,471	0,488	0,528	883,2	1165,5	1061,5	1286,6	3,59	5,01	5,54	4,91
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
0,662	0,482	0,485	0,447	837,5	937,6	1275,6	1232,5	1,87	2,41	2,48	3,15
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	0,405	0,468	»	»	786,0	1363,7	»	»	2,08	4,08
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
0,502	0,446	0,466	0,518	576,9	685,4	1142,3	1228,1	1,11	1,83	2,33	4,06
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	0,386	0,387	0,481	»	742,1	641,3	1102,4	»	»	2,64	3,94
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	0,439	0,424	»	»	872,0	872,1	»	»	2,72	3,00
»	»	0,434	»	»	»	466,9	»	»	»	1,16	»
0,514	0,491	0,521	»	509,8	534,6	617,9	»	1,69	2,56	2,74	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
0,313	0,534	0,510	»	209,7	658,7	570,1	»	1,44	2,81	2,84	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»

Tableau n°. XVII. — *Expériences sur le*

DÉSIGNATION DES PIÈCES.	NUMÉRO.	DISTANCE des appuis.	LONGUEUR en mètres.	LARGEUR en millim.	ÉPAISSEUR en millim.	POIDS absolu en kilogr.	POIDS spécifique	CHARGE en kilogram.	FLÈC… tota…
Chevron ou trafté...	1	m 2,500	4,000	78,2	80,4	19,1	0,759	0	
								35	
								75	
								115	
								155	
								215	
								0	
								255	
								315	
								355	
								415	
								515	
								515*	
								565	
								625	
								665	
								735	
Chevron ou trafté...	2	3,000	4,010	82,8	81,4	17,2	0,636	0	
								35	
								65	
								115	
								0	
								115	
								165	
								215	
								0	
								215	
								265	
								315	
								0	
								300	
								350	
								400	
								0	
								400	
								450	
								500	
								540	
Pièce de 5 à 6, dite *simple panne*..	3	5,500	6,536	136,7	161,0	141,7	0,985	0	0,0
								2225	259,1
								2225	
Pièce de 6 à 7, dite *simple panne*..	4	5,500	6,820	159,9	189,0	191,3	0,928	0	0,0
								1725	72,5
								1925	76,3
								3125	147,9
								3725	161,6
								4125	187,2
								0	41,5
								5525	281,8
								0	57,7
								5525	365,2

ièces de commerce en chêne.

ÉPRESSION des supports millimètres. A.	B.	FLÈCHE totale corrigée en millim.	FLÈCHE élastique en millim.	FLÈCHE MOYENNE pour une charge de 100 kilogrammes en millimètres.		COEFFICIENT d'élasticité.	COHÉSION.	OBSERVATIONS.
		0,00						
		4,20	4,20	12,000				
		9,42	9,42	12,560				
		14,86	14,86	12,922				
		19,79	19,79	12,768				
		26,98	26,16	12,167				
		0,82	″	″	12,412	774,3	5,60	
		31,84	31,02	12,165				
		39,96	39,14	12,425				
		43,83	43,01	12,116				
		51,61	50,79	12,239				
		66,53	65,71	12,759				
		85,19						*Après avoir été soumis à la même charge pendant douze heures.
		90,62						
		98,59						
		105,20						
		Rupture.						Rupture subite.
		0,00						
		8,56	8,56	24,457				
		20,17	20,17	31,031				
		27,85	27,85	24,217				
		0,00	″	″				
		26,05	26,05	22,600				
		41,16	41,16	24,946				
		49,56	49,86	23,194				
		— 0,30	″	″				
		51,56	51,86	24,121	25,139	601,3	4,60	
		64,18	″	″				
		77,68	75,71	24,035				
		1,97	″	″				
		77,94	75,97	25,323				
		91,23	″	″				
		113,38	105,04	26,260				
		8,34	″	″				
		113,73	105,39	26,347				
		132,39						
		147,36						
		Rupture.						
,00	0,00	0,00						
,86	7,95	254,26	254,26	11,425	11,425	638,1	5,71	La rupture s'est opérée à 50 centimètres de distance du milieu dans un endroit rempli de nœuds.
		Rupture.						
,00	0,00	0,00						
,56	3,93	69,80	69,80	4,046				
,74	4,47	73,24	73,24	3,810				
,93	9,93	140,97	″	″				
,18	10,55	154,29	″	″	3,826	1007,0	10,55	
,85	11,69	178,93	144,08	3,493				* La rupture s'est faite très-lentement, après que la charge de 5525 kilogrammes avait été portée pendant plus d'une demi-heure ; de longues fentes longitudinales s'étaient d'abord formées, puis la rupture a eu lieu à 25 centimètres du milieu de la pièce.
,30	8,03	34,85	″	″				
,16	20,45	268,52	218,56	3,955				
,14	9,41	49,96						
		Rupture *						

[Suite.] Tableau n° XVII. — *Expériences sur le*

DÉSIGNATION DES PIÈCES.	NUMÉRO.	DISTANCE des appuis.	LONGUEUR en mètres.	LARGEUR en millim.	ÉPAISSEUR en millim.	POIDS absolu en kilogr.	POIDS spécifique	CHARGE en kilogram.	FLÈCHE totale.
Pièce de 7 à 8, dite *panne*........	5	m 5,500	6,103	182,1	209,7	220,0	0,944	0	0,0
								2389	Ruptur
Pièce de 7 à 8, dite *panne*........	6	5,500	7,062	190,7	220,0	273,2	0,922	0	0,0
								2725	72,4
								0	5,6
								0*	5,1
								2725	71,5
								3225	80,5
								3725	92,12
								4225	114,33
								4725	149,4
								5125	208,1
								5225	Ruptur
Pièce de 8 à 9, dite *panne*.......	8	5,500	6,110	216,7	236,7	300,3	0,958	0	0,0
								2225	43,17
								0	2,7
								2225	43,4
								2725	50,4
								3025	57,1
								3025*	58,5
								3725	68,6
								4525	89,81
								5125	103,5
								5725*	120,9
								6125	146,67
								6725	204,00
								7189	Ruptur
Pièce de 8 ½ à 9 ½, dite *panne*........	7	5,500	5,870	231,8	252,8	346,7	1,008	0	0,0
								3925	57,68
								0	5,8
								3925	58,4
								5525	85,1
								6025	93,4
								6725	113,3
								7725	161,21
								7889	Ruptur
Planche ou échantillon....	10	3,000	3,652	143,4	42,2	18,2	0,824	0	
								35	
								55	
								75	
								95	
								115	
								135	
								155	

…ces de commerce en chêne.

…PRESSION des …pports …illimètres.		FLÈCHE totale corrigée en millim.	FLÈCHE élastique en millim.	FLÈCHE MOYENNE pour une charge de 100 kilogrammes en millimètres.		COEFFICIENT d'élasticité.	COHÉSION.	OBSERVATIONS.
.	B.							
							2,68	Rupture dans un endroit défectueux.
00	0,00	0,00						
14	2,77	70,04	66,62	2,445				
82	2,62	3,42	"	"				
.82	2,32	3,07	"	"				* La pièce était restée sans charge pendant vingt-quatre heures.
,18	4,72	68,11	65,04	2,387	2,385	858,9	4,90	
,18	5,51	76,74	73,67	2,284				
,24	5,84	88,08	85,01	2,282				
,55	6,31	109,90	106,83	2,528				
,14	7,14	144,33						
,94	8,83	201,75						Rupture subite.
,00	0,00	0,00						
,26	3,78	40,65	39,86	1,791				
,26	2,56	0,79	"	"				
,42	4,44	40,51	39,72	1,785				
,83	4,96	47,10	46,31	1,699	1,760	832,3	5,11	
,10	5,38	53,39	52,60	1,739				
,33	5,70	54,52	53,73	1,776				* Cette même charge était restée suspendue pendant plus de deux heures.
,76	6,38	64,07	63,28	1,699				
,98	8,44	83,60	82,81	1,830				
,60	9,45	96,52						
,15	10,88	112,98						* Sous l'action de ce poids, l'arbre a commencé à se fendre longitudinalement, et sous les poids suivants, il a filé lentement avant de se casser.
,94	11,85	137,77						
,70	14,24	193,53						
,00	0,00	0,00						
,93	8,22	52,11	51,21	1,305				
,91	6,94	0,90	"	"	1,346	825,1	4,60	
,53	8,22	53,06	52,16	1,329				
,07	9,48	78,41	77,51	1,403				
,37	10,02	86,24						
,16	11,40	105,11						
,11	12,76	151,78						Rupture subite au milieu sans fente longitudinale
		0,00						
		17,38	17,38	49,657				
		29,32	29,32	53,309	51,735	1210,7	6,99	
		39,18	39,18	52,240				
		51,61						
		63,52						
		75,14						
		85,13						

[Suite.] Tableau n° XVII. — *Expériences sur*

DÉSIGNATION DES PIÈCES.	NUMÉRO.	DISTANCE des appuis.	LONGUEUR en mètres.	LARGEUR en millim.	ÉPAISSEUR en millim.	POIDS absolu en kilogr.	POIDS spécifique	CHARGE en kilogram.
Planche ou échantillon ...	10	m 3,000	3,652	143,4	42,2	18,2	0,824	175
								195
								215
								255
								295
								375
Planche ou entrevous.....	9	3,000	3,371	242,2	28,2	16,4	0,712	0
								35
								55
								75
								0
								75
								95
								115
								0
								135
								155
								175
								0
								195
								215
								255
								335
								335
Madrier ou doublette	11	5,500	6,500	293,4	54,6	71,3	0,685	0
								35
								55
								75
								95
								115
								0
								115
								135
								165
								0
								185
								215
								0
								235
								265
								315
								0
								315
								415
								435

…èces de commerce en chêne.

…ÉPRESSION des supports millimètres. A.	B.	FLÈCHE totale corrigée en millim.	FLÈCHE élastique en millim.	FLÈCHE MOYENNE pour une charge de 100 kilogrammes en millimètres.		COEFFICIENT d'élasticité.	COHÉSION.	OBSERVATIONS.
		93,76						
		106,82						
		117,17						
		142,05						
		172,91						
		Rupture.						
		0,00						
		34,85	34,85	99,571				
		55,35	55,35	100,637				
		73,69	72,48	96,640				
		1,21	″	″				
		73,73	72,52	96,693				
		95,79	94,58	99,558				
		115,77	113,88	99,026	99,322	1251,2	10,43	
		1,89	″	″				
		137,16	135,27	100,200				
		159,37	″	″				
		180,65	174,83	99,903				
		5,82	″	″				
		204,08	198,26	101,672				
		228,87						
		298,13						
		549,43						
		631,43						
		Rupture.						
		0,00						
		31,42	31,42	89,772				
		50,75	50,75	92,273				
		68,31	68,31	91,080				
		86,50	86,50	91,053				
		102,97	101,10	87,913				
		1,87	″	″				
		103,52	101,65	88,391				
		123,96	″	″				
		151,93	147,85	89,606				
		4,08	″	″	90,228	965,3	4,83	
		170,78	166,70	90,108				
		198,31	192,62	89,591				
		5,69	″	″				
		217,89	212,20	90,298				
		245,39	″	″				
		305,13	287,39	91,235				
		17,74	″	″				
		305,71	287,97	91,419				
		389,87						
		Rupture.						Rupture subite.

Tableau n° XVIII. — *Expériences sur l*

DÉSIGNATION DES PIÈCES.	NUMÉRO.	DISTANCE des appuis.	LONGUEUR en mètres.	LARGEUR en millim.	ÉPAISSEUR en millim.	POIDS absolu en kilogr.	POIDS spécifique	CHARGE en kilogram.	FLÈCHE totale.
Chevron	2	m 9,000	10,360	87,8	115,0	50,75	0,485	0,0	0,0
								77,0	94,0
								0,0	1,2
								117,0	*146,3*
								0,0	2,7
								167,0	217,3
								0,0	10,3
								217,0	284,6
								0,0	12,13
								317,0	463,55
								0,0	38,81
								417,0	Rupture
Chevron	6	9,000	10,560	93,7	130,1	58,45	0,454	0,0	0,00
								117,0	77,79
								0,0	1,18
								217,0	158,89
								0,0	3,55
								317,0	232,31
								0,0	6,29
								417,0	314,90
								512,0	Rupture.
Chevron	8	9,000	10,500	96,5	124,1	63,25	0,503	0,0	0,00
								117,0	83,89
								0,0	1,18
								167,0	122,15
								0,0	3,07
								217,0	157,07
								0,0	3,27
								317,0	233,10
								0,0	5,02
								417,0	308,43
								0,0	6,82
								477,0	362,88
								0,0	13,16
								621,0	*Rupture.*
Pièce de 6 à 7, dite *simple panne*.	9	9,000	10,410	164,0	194,5	169,50	0,510	0,0	0,00
								313,0	20,16
								1012,8	110,79
								313,0	28,25
								1712,8	204,66
								313,0	36,80
								2512,8	*Rupture.*

èces de commerce en sapin.

DÉPRESSION des supports millimètres. A.	B.	FLÈCHE totale corrigée en millim.	FLÈCHE élastique en millim.	FLÈCHE MOYENNE pour une charge de 100 kilogrammes en millimètres.		COEFFICIENT d'élasticité.	COHÉSION.	OBSERVATIONS.
,00	0,00	0,00						
,06	0,16	93,96	92,69	117,366				
,10	0,09	1,27	"	"				
,06	0,24	146,24	143,48	122,632				
,14	0,14	2,76	"	"				
,08	0,54	217,08	206,87	123,874	122,341	1115,6	5,45	
,02	0,38	10,21	"	"				
,24	0,70	284,14	272,32	125,493				
,15	0,38	11,82	"	"				
,28	1,16	462,83	424,27	133,839				
,19	0,32	38,56						
								Rupture subite.
,00	0,00	0,00						
,02	0,06	77,75	76,57	65,445				
,00	0,00	1,18	"	"				
,02	0,11	158,83	155,29	71,562	69,419	1272,4	4,82	
,00	0,02	3,54	"	"				
,21	0,36	232,03	225,86	71,249				
,07	0,18	6,17						
,56	0,48	314,38						
,00	0,00	0,00						
,04	0,10	83,82	82,64	70,632				
,04	0,03	1,18	"	"				
,06	0,16	122,04	118,99	71,252				
,01	0,02	3,05	"	"				
,10	0,30	156,87	153,68	70,820	71,355	1384,8	6,19	
,02	0,14	3,19	"	"				
,40	0,68	232,56	227,80	71,861				
,32	0,20	4,76	"	"				
,80	1,10	307,48	300,90	72,158				
,26	0,22	6,58	"	"				
,02	1,26	361,74	348,84	73,132				
,26	0,26	12,90						
								Rupture lente.
,00	0,00	0,00						
,04	0,15	20,07						
,22	1,02	109,67	102,19	10,090				
,48	0,82	27,55	"	"	10,506	1437,5	5,84	
,40	1,96	202,48	187,07	10,922				
,68	1,25	35,84						
								Rupture lente

[Suite.] Tableau n° XVIII. — *Expériences sur l*

DÉSIGNATION DES PIÈCES.	NUMÉRO.	DISTANCE des appuis.	LONGUEUR en mètres.	LARGEUR en millim.	ÉPAISSEUR en millim.	POIDS absolu en kilogr.	POIDS spécifique	CHARGE en kilogram.	FLÈCH[E] totale
Pièce de 6 à 7, dite *simple panne*.	5	m 9,000	10,490	169,2	196,1	171,00	0,491	0,0	0,9
								313,0	29,9
								1012,8	139,4
								313,0	41,4
								1712,8	283,6
								313,0	63,4
								1932,8	Ruptu[re]
Pièce de 6 à 7, dite *simple panne*..	1	9,000	10,470	176,5	198,4	210,00	0,573	0,0	0,0
								1800,0	Ruptur[e]
Pièce de 8 à 9, dite *panne*........	3	9,000	10,470	220,2	245,5	304,00	0,537	0,0	0,0
								1725,0	96,7
								0,0	3,4
								3379,0	Ruptur[e]
Pièce de 8 à 9, dite *panne*........	4	9,000	10,420	223,4	240,4	347,00	0,620	0,0	0,0
								1725,0	99,0
								0,0	0,8
								2425,0	151,50
								0,0	6,4
								2939,0	Rupture
Pièce de 8 à 9, dite *panne*........	10	9,000	10,540	225,5	243,0	281,25	0,487	0,0	0,00
								1744,0	97,04
								0,0	1,55
								4024,0	Rupture
Pièce de 9 à 10, dite *panne*........	11	11,000	13,000	254,6	283,5	475,00	0,506	0,0	0,00
								1744,0	85,48
								0,0	0,51
								3244,0	171,40
								0,0	7,88
								4244,0	240,89
								0,0	22,99
								5394,0	Rupture
Pièce de 11 à 12, dite *recharge*.....	7	13,000	14,000	289,9	324,1	697,00	0,530	0,0	0,00
								1744,0	86,63
								0,0	5,11
								2544,0	137,84
								3344,0	176,26
								0,0	11,10
								3944,0	210,54
								0,0	18,78
								4944,0	281,82
								0,0	28,89
								5944,0	421,47
								6404,0	Rupture.

èces de commerce en sapin.

épression des supports en millimètres. A.	B.	Flèche totale corrigée en millim.	Flèche élastique en millim.	Flèche moyenne pour une charge de 100 kilogrammes en millimètres.		Coefficient d'élasticité.	Cohésion.	Observations.
,00	0,00	0,00						
,00	0,09	29,95						
,96	0,85	138,59	127,88	12,626				
,88	0,63	40,66	"	"	13,570	1052,6	4,35	
,08	1,75	281,75	249,63	14,514				
,92	0,75	62,07						
								Rupture subite.
,00	0,00							
							3,76	La rupture a été instantanée, ce qui doit faire supposer que cette première charge a déjà été un peu trop forte.
,00	0,00	0,00						
,56	1,27	95,36	92,80	5,380	5,380	1039,7	3,71	
,10	0,75	2,56						
								Rupture lente.
,00	0,00							
,34	1,28	97,71	97,43	5,648				
0,82	0,40	0,28	"	"	5,794	1013,5	3,39	
,94	1,86	149,66	144,08	5,941				
,92	0,81	5,58						
								Rupture lente.
,00	0,00	0,00						
,82	1,17	96,05	95,59	5,481	5,481	1027,6	4,34	
,00	1,19	0,46						
0,00	0,00	0,00						
1,69	1,50	83,89	83,90	4,811				
,57	0,48	0,01	"	"				
3,61	2,62	168,29	161,67	4,984	4,959	1156,7	4,69	
1,39	1,14	6,62	"	"				
4,99	3,61	236,59	215,62	5,081				
2,55	1,50	20,97						
								Rupture subite.
0,00	0,00	0,00						
2,00	1,86	84,70	80,69	4,627				
1,22	0,98	4,01	"	"				
3,30	2,88	134,75	130,74	5,139				
4,33	4,05	172,07	162,93	4,872				
2,08	1,84	9,14	"	"	4,896	1136,7	4,55	
5,04	5,22	205,41	189,15	4,796				
2,66	2,38	16,26	"	"				
6,52	6,44	275,34	249,54	5,047				
3,16	3,03	25,80						
8,00	9,02	412,96						Rupture subite avec éclats au milieu de la pièce dans un endroit sans défaut.

[Suite.] Tableau n° XVIII. — *Expériences sur le*

DÉSIGNATION DES PIÈCES.	NUMÉRO.	DISTANCE des appuis.	LONGUEUR en mètres.	LARGEUR en millim.	ÉPAISSEUR en millim.	POIDS absolu en kilogr.	POIDS spécifique	CHARGE en kilogram.	FLÈCHE totale.
Madrier............	12	3,02	4,235	249,8	57,0	33,47	0,555	0	
								57	
								0	
								117	
								0	
								217	
								0	
								317	
								0	
								417	
								0	
								517	
								0	
								617	
								0	
								717	
								977	
Planche............	13	3,02	4,240	242,2	27,7	15,70	0,552	0	
								37	
								0	
								57	
								0	
								77	
								0	
								97	
								0	
								117	
								0	
								137	
								0	
								157	
								0	
								197	

…ces de commerce en sapin.

…PRESSION des …pports …illimètres.		FLÈCHE totale corrigée en millim.	FLÈCHE élastique en millim.	FLÈCHE MOYENNE pour une charge de 100 kilogrammes en millimètres.		COEFFICIENT d'élasticité.	COHÉSION.	OBSERVATIONS.
…	B.							
		0,00						
		7,80	7,80	13,684				
		0,00	"	"				
		15,95	15,84	13,538				
		0,11	"	"				
		29,02	28,58	13,170				
		0,44	"	"				
		44,16	43,45	13,707	13,658	1089,8	5,63	
		0,71	"	"				
		59,10	57,66	13,827				
		1,44	"	"				
		74,28	71,50	13,830				
		2,78	"	"				
		89,14	85,47	13,852				
		3,67						
		103,55						
		Rupture.						Rupture subite.
		0,00						
		43,14	42,00	113,514				
		1,14	"	"				
		66,86	64,58	113,298				
		2,28	"	"				
		90,67	86,34	112,130				
		4,33	"	"				
		111,20	104,44	107,670	111,261	1202,2	5,20	
		6,76	"	"				
		135,28	127,04	108,581				
		8,24	"	"				
		161,05	152,52	111,328				
		8,53	"	"				
		188,88	176,32	112,306				
		12,56						
		Rupture.						Rupture subite dans un nœud placé à quelques centimètres du milieu de la planche.

Tableau n° XIX. — *Influence de l'âge.*

NATURE DU TERRAIN.	EXPOSITION.	AGE.	DENSITÉ.	COEFFICIENT d'élasticité.
CHÊNE A GLANDS SESSILES.				
Sol sec et peu fertile.				
Grès vosgien, sec...........	Sud.	51 ans.	0,897	948,3
Grès vosgien, sec...........	Crête de la montagne.	60 ans.	0,897	953,3
Grès bigarré, sec...........	Sud.	78 ans.	0,873	925,6
Sol fertile et assez frais.				
Grès vosgien................	Ouest.	50 ans.	0,874	1006,4
Grès bigarré................	Est.	74 ans.	0,953	996,4
Grès vosgien................	Ouest.	85 ans.	0,873	946,9
Grès vosgien................	Ouest.	95 ans.	0,867	879,0
Grès vosgien................	Ouest.	105 ans.	0,832	848,1
Grès vosgien................	Ouest.	164 ans.	0,917	878,7
Grès vosgien................	Nord.	103 ans.	0,883	1066,3
Sol fangeux et plat.				
Grès bigarré................	"	40 ans.	0,905	1439,6
Grès vosgien................	"	75 ans.	0,838	784,7
CHÊNE A GLANDS PÉDONCULÉS.				
Sol sec et peu fertile.				
Muschelkalk, sec............	Sud.	73 ans.	0,804	1608,8
Grès bigarré, sec...........	Sud.	74 ans.	0,908	816,4
Sol fertile et assez frais.				
Muschelkalk.................	Est.	74 ans.	0,868	936,5
Grès bigarré................	Est.	78 ans.	0,904	852,2
Sol fangeux et plat.				
Grès bigarré................	"	71 ans.	0,921	964,3
Muschelkalk.................	"	78 ans.	0,879	784,2

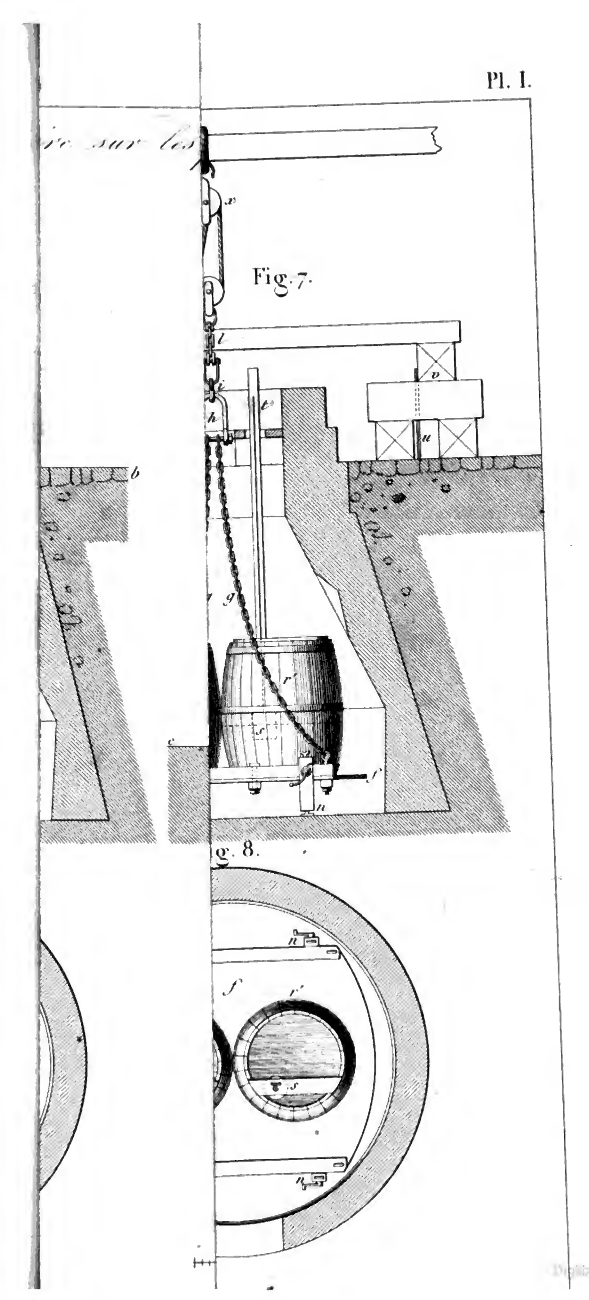
e l'exposition et du terrain.

NATURE DU TERRAIN.	EXPOSITION.	AGE	DENSITÉ.	COEFFICIENT d'élasticité.
HÊTRE.				
Sol sec et peu fertile.				
Grès vosgien, sec...........	Sud.	51 ans.	0,803	1274,9
Grès vosgien, sec...........	Crête de la montagne.	72 ans.	0,820	1243,7
Grès bigarré, sec...........	Sud.	72 ans.	0,863	1218,7
Muschelkalk, sec...........	Sud.	62 ans.	0,851	1037,8
Muschelkalk, un peu sec.....	Est.	68 ans.	0,839	1176,7
Sol fertile et assez frais.				
Grès vosgien................	Ouest.	50 ans.	0,847	825,8
Grès vosgien................	Ouest.	51 ans.	0,808	921,9
Grès vosgien................	Ouest.	60 ans.	0,807	929,4
Grès vosgien................	Ouest.	95 ans.	0,872	764,8
Grès vosgien................	Nord.	90 ans.	0,802	1127,0
Grès bigarré................	Nord-est.	69 ans.	0,821	1008,5
Sol fangeux et plat.				
Grès vosgien................	"	85 ans	0,888	989,7
Grès bigarré................	"	69 ans.	0,870	706,9
Muschelkalk................	"	76 ans.	0,807	769,6

SAPIN (Grès vosgien).

DÉSIGNATION DE LA PIÈCE.	TERRAIN SEC AU SUD.			TERRAIN FERTILE AU NORD.			TERRAIN FERTILE AU NORD-OUEST (mais un peu sec).		
	Densité.	Coefficient d'élastic.	Cohésion.	Densité.	Coefficient d'élastic.	Cohésion.	Densité.	Coefficient d'élastic.	Cohésion.
Chevron..........	0,485	1115,6	5,45	0,454	1272,4	4,82	0,503	1384,8	6,19
Pièce de 6 à 7...	0,573	"	3,76	0,491	1052,6	4,35	0,510	1437,5	5,84
Pièce de 8 à 9...	0,537	1039,7	3,71	0,620	1013,5	3,39	0,487	1027,6	4,34
Pièce de 9 à 10...	"	"	"	"	"	"	0,506	1156,7	4,69
Pièce de 11 à 12...		"	"	"	"	"	0,530	1136,7	4,55





...re sur les
Fig. 7.
x
l
v
i
h
t
u
b
g
r'
s
c
f
n
g. 8.
n
f
r'
s
n

Fig. 5.

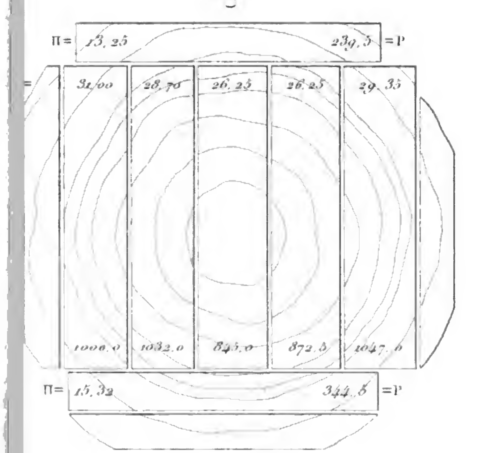
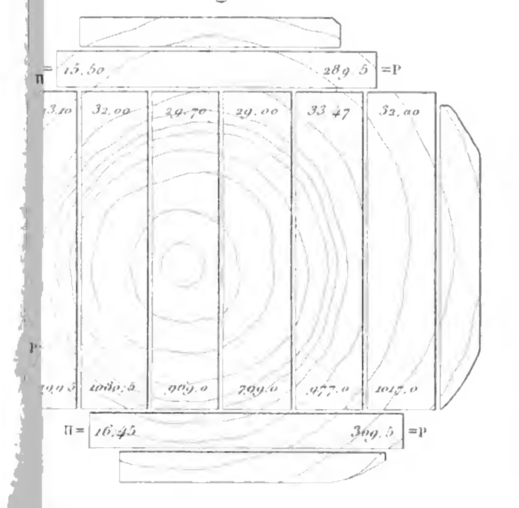


Fig. 6.



Gravé par E. Wormser

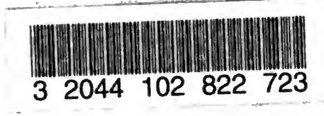


image
not
available